

UNIVERSIDADE DA CORUÑA

DEPARTAMENTO DE BIOLOXÍA ANIMAL,
BIOLOXÍA VEXETAL E ECOLOXÍA

ESTUDIO DE LAS POBLACIONES DE
Liocarcinus arcuatus Y *Liocarcinus depurator*
EN RELACIÓN CON EL CULTIVO DE
MEJILLÓN EN LA RÍA DE AROUSA

Tese de Doutoramento

RAMÓN MUIÑO BOEDO
FEBREIRO, 1997

UNIVERSIDADE DA CORUÑA

DEPARTAMENTO DE BIOLOXÍA ANIMAL,
BIOLOXÍA VEXETAL E ECOLOXÍA

ESTUDIO DE LAS POBLACIONES DE
Liocarcinus arcuatus Y *Liocarcinus depurator*
EN RELACIÓN CON EL CULTIVO
DE MEJILLÓN EN LA RÍA DE AROUSA

Mémoire presentada para aspirar ao
Grado de Doutor en Bioloxía

RAMÓN MUIÑO BOEDO
FEBREIRO, 1997



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

DEPARTAMENTO DE
BIOLOXÍA ANIMAL,
BIOLOXÍA VEXETAL
E ECOLOXÍA

Campus da Zapateira, s/n
15071 A Coruña
España - Spain
Teléfono ++34 - (9) 81 - 28 07 88
Fax ++34 - (9) 81 - 13 56 41

**EDUARDO GONZÁLEZ GURRIARÁN, CATEDRÁTICO DE BIOLOXÍA
ANIMAL DA UNIVERSIDADE DA CORUÑA**

CERTIFICA:

Que a presente memoria, titulada "Estudio de las poblaciones de *Liocarcinus arcuatus* y *Liocarcinus depurator* en relación con el cultivo de mejillón en la Ría de Arousa", presentada por Ramón Muiño Boedo, foi realizada baixo a miña dirección no Departamento de Biología Animal, Biología Vexetal e Ecoloxía da Universidade da Coruña, e reúne as condicións para aspirar ao grado de Doutor en Biología.

E para que conste, asino a presente certificación en A Coruña, a 4 de Febreiro de 1997.

Asdo.: Eduardo González Gurriarán

Para tí, Rosa

Para una persona sin conocimientos
de la historia de la naturaleza, un paseo
por el bosque o por el litoral es como
recorrer un museo repleto de maravillosos cuadros
el noventa por ciento
de los cuales tienen su cara vuelta hacia la pared.

Thomas Henry Huxley
(Naturalista inglés 1825-1895)

AGRADECIMIENTOS

A Eduardo González Gurriarán, director de esta tesis, el cual me dió la oportunidad de realizar el presente trabajo, por su interés, paciencia y apoyo a lo largo de todos estos años.

A Luis Fernández Rodríguez, por los muchos momentos que hemos vivido juntos, con sus pequeños roces y sus carcajadas. No cabe duda de que es un gran copiloto.

A Juan Freire, por su ayuda a la hora de resolver numerosas dudas que a lo largo de éste y otros trabajos se me plantearon, así como por los muchos años que llevamos trabajando juntos.

A Enrique Martínez Ansemil, siempre ha sido un compañero más de laboratorio, gracias por tus críticas, tu constante ayuda y por los vinos que nos hemos tomado (y seguiremos tomando) en la cafetería de la Facultad.

A Julio Parapar, desde el momento en que llegó al laboratorio se convirtió en uno más de nosotros, siempre dispuesto a echar una mano en todo lo necesario.

A Paz Sampedro, por las muchas horas que hemos pasado delante de los ordenadores, soportando como nadie nuestras bromas.

A Cristina Bernárdez, a pesar de ser la última en llegar, desde el primer momento me brindó su ayuda, gracias.

A Carlos Caramelo, quien "por huevos" es una de las personas que más se merece mi agradecimiento.

A Rut Collado, durante los años que compartimos laboratorio fue una excelente compañera siempre presta a ponernos firmes.

A Ramón y Manuela, mis padres, siempre se preocuparon por mi educación apoyándome y aconsejándome en todas las decisiones que he tomado a pesar de que yo no se lo haya puesto fácil.

A la Nena, yo sé cuanto te hubiera gustado poder leer esto. Te echo de menos.

A Luis y Rosi, por su constante preocupación y su apoyo a lo largo del tiempo de realización de este trabajo. Ellos tenían tantas ganas como yo de que esto se acabara.

A Guillermo Martínez Ruiz y Gloria Carrasco, mis amigos, por ser algo tan simple y complejo como eso.

A Rosa, mi mujer, mi amiga, por todo lo que durante todos estos años me has dado, esta Tesis es tanto tuya como mía.

A mis dos perros, Dado y Tasia, porque tanto en los momentos buenos como principalmente en los menos buenos siempre estabais dispuestos a sacarme una sonrisa.

A todas aquellas personas, familiares y amigos que se han interesado por este trabajo y que de alguna manera se sientan identificadas con el mismo.

Este trabajo fue realizado dentro del proyecto de investigación "Incidencia del cultivo de mejillón en la alimentación de la megafauna bentónica en la Ría de Arousa", financiado por la Consellería de Pesca, Marisqueo e Aquicultura de la Xunta de Galicia a través de Feuga.

He disfrutado de una Beca Predoutoral de la Consellería de Educación de la Xunta de Galicia, gracias a la cual se realizó el presente trabajo..

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción al problema, hipótesis de partida y objetivos -----	1
1.2. Descripción de las especies estudiadas -----	4
1.2.1. Posición sistemática -----	4
1.2.2. Descripción morfológica -----	6
1.2.3. Distribución -----	7
1.2.3.1. <i>Liocarcinus arcuatus</i> -----	8
1.2.3.2. <i>Liocarcinus depurator</i> -----	9
1.3. Descripción del área de estudio -----	10
1.3.1. La Ría de Arousa -----	10
1.3.1.1. Origen tectónico -----	11
1.3.1.2. Condiciones oceanográficas -----	12
1.3.2. El cultivo de mejillón -----	13
1.3.2.1. Descripción del proceso de cultivo de mejillón	
<i>Mytilus galloprovincialis</i> L. en batea -----	13
1.3.2.2. Influencia del cultivo de mejillón en la Ría de Arousa --	15
1.4. Comunidades megabentónicas de las rías gallegas -----	19
1.4.1. Composición faunística -----	19
1.4.2. Patrones de organización -----	20
1.5. Biología de las poblaciones de portúnidos -----	22
1.5.1. Antecedentes -----	22
1.5.2. Estudios previos sobre <i>L. arcuatus</i> y <i>L. depurator</i> -----	23

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Estaciones de muestreo -----	30
2.1.1. Características y localización -----	31
2.2. Características del muestreo -----	34
2.2.1. Estrategia de muestreo -----	34
2.2.2. Metodología del muestreo -----	35
2.3. Métodos de estudio en laboratorio -----	36
2.4. Análisis de datos -----	48

3. RESULTADOS

3.1. Abundancia y distribución -----	57
3.1.1. Abundancia y distribución de <i>Liocarcinus arcuatus</i> -----	57

3.1.1.1. Variabilidad espacial -----	57
3.1.1.2. Variaciones temporales -----	60
3.1.1.3. Variabilidad debida al sexo -----	63
3.1.2. Abundancia y distribución de <i>Liocarcinus depurator</i> -----	64
3.1.2.1. Variabilidad espacial -----	64
3.1.2.2. Variaciones temporales -----	68
3.1.2.3. Variabilidad debida al sexo -----	70
3.2. Estructura de la población -----	73
3.2.1. Análisis de la proporción sexual de <i>Liocarcinus arcuatus</i> -----	73
3.2.1.1. Evolución de la proporción sexual en función de la talla --	73
3.2.1.2. Variaciones temporales -----	78
3.2.2. Análisis de las distribuciones de frecuencia de tallas de <i>Liocarcinus arcuatus</i> -----	79
3.2.2.1. Variaciones espaciales -----	79
3.2.2.2. Reclutamiento al arte -----	80
3.2.2.3. Análisis multivariante: patrones de variabilidad -----	83
3.2.3. Análisis de la proporción sexual de <i>Liocarcinus depurator</i> -----	86
3.2.3.1. Evolución en función de la talla -----	86
3.2.3.2. Variaciones temporales -----	91
3.2.4. Análisis de las distribuciones de frecuencia de tallas de <i>Liocarcinus depurator</i> -----	93
3.2.4.1. Variaciones espaciales -----	93
3.2.4.2. Reclutamiento al arte -----	94
3.2.4.3. Análisis multivariante: patrones de variabilidad -----	99
3.3. Morfometría -----	101
3.3.1. Relaciones biométricas de <i>Liocarcinus arcuatus</i> -----	102
3.3.1.1. Relación longitud - anchura del cefalotórax -----	102
3.3.1.2. Relación peso húmedo - anchura del cefalotórax -----	105
3.3.2. Relaciones biométricas de <i>Liocarcinus depurator</i> -----	109
3.3.1.1. Relación longitud - anchura del cefalotórax -----	109
3.3.1.2. Relación peso húmedo - anchura del cefalotórax -----	112
3.3.3. Heteroquelia en <i>Liocarcinus arcuatus</i> -----	115
3.3.4. Heteroquelia en <i>Liocarcinus depurator</i> -----	123
3.4. Reproducción -----	132
3.4.1. Talla de madurez -----	132
3.4.1.1. Talla de madurez de <i>Liocarcinus arcuatus</i> -----	133

3.4.1.1.1. Análisis basado en el porcentaje de hembras maduras -----	133
3.4.1.1.2. Análisis morfométrico -----	136
3.4.1.2. Talla de madurez de <i>Liocarcinus depurator</i> -----	157
3.4.1.2.1. Análisis basado en el porcentaje de hembras maduras -----	157
3.4.1.2.2. Análisis morfométrico -----	158
3.4.2. Ciclo reproductivo -----	180
3.4.2.1. Ciclo reproductivo de <i>Liocarcinus arcuatus</i> -----	181
3.4.2.1.1. Evolución temporal -----	181
3.4.2.1.2. Variabilidad espacial -----	185
3.4.2.1.3. Análisis del Índice Gonadosomático (I.G.S.) -----	186
3.4.2.1.4. Análisis de la presencia de tapones de esperma -----	188
3.4.2.2. Ciclo reproductivo de <i>Liocarcinus depurator</i> -----	190
3.4.2.2.1. Evolución temporal -----	190
3.4.2.2.2. Variabilidad espacial -----	194
3.4.2.2.3. Análisis del Índice Gonadosomático (I.G.S.) -----	194
3.4.2.2.4. Análisis de la presencia de tapones de esperma -----	197
3.4.3. Ciclo de cría -----	200
3.4.3.1. Ciclo de cría de <i>Liocarcinus arcuatus</i> -----	200
3.4.3.1.1. Evolución temporal -----	200
3.4.3.1.2. Variabilidad espacial -----	201
3.4.3.1.3. Evolución del desarrollo de los huevos -----	202
3.4.3.1.4. Análisis en función del tamaño corporal -----	204
3.4.3.2. Ciclo reproductivo de <i>Liocarcinus depurator</i> -----	211
3.4.3.2.1. Evolución temporal -----	211
3.4.3.2.2. Variabilidad espacial -----	213
3.4.3.2.3. Evolución del desarrollo de los huevos -----	215
3.4.3.2.4. Análisis en función del tamaño corporal -----	216
3.4.4. Fecundidad -----	224
3.4.4.1. Fecundidad de <i>Liocarcinus arcuatus</i> -----	224
3.4.4.1.1. Análisis del Número de huevos: Patrones de variabilidad -----	224
3.4.4.1.2. Relación Talla corporal - Número de huevos -----	230

3.4.4.1.3. Análisis del Volumen de los huevos:	
Patrones de variabilidad -----	236
3.4.4.2. Fecundidad de <i>Liocarcinus depurator</i> -----	240
3.4.4.2.1. Análisis del Número de huevos:	
Patrones de variabilidad -----	240
3.4.4.2.2. Relación Talla corporal - Número de huevos	243
3.4.4.2.3. Análisis del Volumen de los huevos:	
Patrones de variabilidad -----	248
3.5. Crecimiento -----	251
3.5.1. Ciclo de muda -----	251
3.5.1.1. Ciclo de muda de <i>Liocarcinus arcuatus</i> -----	252
3.5.1.1.1. Composición cuantitativa de los diferentes estados de muda -----	252
3.5.1.1.2. Variabilidad espacial -----	255
3.5.1.1.3. Cambios temporales -----	257
3.5.1.1.4. Variabilidad debida al sexo -----	257
3.5.1.1.5. Influencia del tamaño corporal -----	260
3.5.1.1.6. Modelo log-linear: Análisis conjunto de la variabilidad en el ciclo de muda debida al sexo, talla, estación y mes -----	264
3.5.1.2. Ciclo de muda de <i>Liocarcinus depurator</i> -----	265
3.5.1.2.1. Composición cuantitativa de los diferentes estados de muda -----	265
3.5.1.2.2. Variabilidad espacial -----	268
3.5.1.2.3. Cambios temporales -----	270
3.5.1.2.4. Variabilidad debida al sexo -----	270
3.5.1.2.5. Influencia del tamaño corporal -----	273
3.5.1.2.6. Modelo log-linear: Análisis conjunto de la variabilidad en el ciclo de muda debida al sexo, talla, estación y mes -----	278
3.5.2. Crecimiento -----	279
3.5.2.1. Tasa de crecimiento de <i>Liocarcinus arcuatus</i> -----	280
3.5.2.2. Tasa de crecimiento de <i>Liocarcinus depurator</i> -----	283
4. DISCUSIÓN -----	285

V	Estudio de las poblaciones de <i>Liocarcinus arcuatus</i> y <i>L. depurator</i> ...	
5.CONCLUSIONES	-----	317
6. BIBLIOGRAFÍA	-----	321

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA, HIPÓTESIS DE PARTIDA Y OBJETIVOS

La considerable extensión de la franja costera de Galicia, con cerca de 1200 km de longitud, le confiere a nuestras costas una gran diversidad de hábitats. Jalonando de manera perpendicular dicha franja costera y aumentando aun más la gran diversidad de la misma, se encuentran algunas de las formaciones más características del paisaje gallego: las rías.

El término "ría" aparece por vez primera en 1886 y se debe al geógrafo alemán VON RICHTHOFEN (VIDAL ROMANÍ, 1984) quien lo utiliza para referirse a una costa transversal, resultado de una transgresión marina que interfiere en el relieve de origen fluvial pre-existente (in VIDAL ROMANÍ, *op. cit.*) y que posee unas especiales características que las distinguen frente a otros sistemas estuáricos.

Una de estas características especiales es la elevada producción biológica que presentan las rías gallegas (KORRINGA, 1967; BARDACH *et al.*, 1972; TENORE *et al.*, 1982; NUNES *et al.*, 1984; VARELA *et al.*, 1984), debida en gran medida a la existencia de un afloramiento costero consistente en la aparición de agua oceánica muy rica en nutrientes (MADELAIN, 1967; MOLINA, 1972).

Otra de las particulares circunstancias que modelan las características de las rías de Galicia es la elevada densidad de población que se asienta en sus alrededores y que es particularmente elevada en determinadas zonas de las llamadas Rías Baixas, donde se alcanzan puntualmente los 300 Hb/km² (XUNTA DE GALICIA, 1992).

Dentro del conjunto de la Rías Baixas, la Ría de Arousa es la que posee un mayor

tamaño y en la que los factores de origen antropogénico (debido en gran medida a la alta densidad de población ya citada) se manifiestan más intensamente, originando unas elevadísimas tasas de explotación. Esta gran explotación natural de los recursos de la ría está principalmente representada por el cultivo de mejillón en batea que se viene realizando desde los años 50 en amplias zonas de la misma y cuya producción ocupa hoy en día uno de los primeros lugares a nivel mundial (PÉREZ-CAMACHO *et al.*, 1991).

Han sido muchos y de muy diversa naturaleza los estudios realizados en la Ría de Arousa que han permitido poner de manifiesto la gran importancia que ocupa el cultivo de mejillón en batea dentro del ciclo biológico de las especies integrantes de las comunidades bentónicas presentes en la ría. La introducción del cultivo ha generado (tanto en la Ría de Arousa como en otras rías gallegas) grandes modificaciones en la estructura y dinámica de las comunidades infaunales (LÓPEZ-JAMAR, 1981, 1982; MORA, 1982) y epibentónicas (CHESNEY & IGLESIAS, 1979; OLASO, 1979, 1982; IGLESIAS, 1981, 1983; GONZÁLEZ-GURRIARÁN, 1982a, 1982b; ROMERO *et al.*, 1982).

En el caso concreto de las especies dominantes del epibentos, se han realizado amplios estudios sobre diferentes aspectos de sus ciclos biológicos (IGLESIAS, 1982; GONZÁLEZ-GURRIARÁN, 1985a, 1985b; FERNÁNDEZ *et al.*, 1991b; FREIRE *et al.*, 1991b) que indican la notable influencia que sobre ellos ejerce el cultivo de mejillón en batea.

Por todo ello el punto de partida del presente estudio se centra en los diferentes aspectos (abundancia, distribución, reproducción, crecimiento, etc.) del ciclo biológico de dos de las principales especies de crustáceos decápodos dominantes en la Ría de Arousa como son *Liocarcinus arcuatus* (Leach, 1814) y *Liocarcinus depurator* (Linnaeus, 1758), partiendo de la hipótesis de que dichos ciclos han podido ser de alguna forma modificados por el cultivo de mejillón en batea.

Partiendo de la hipótesis anteriormente expuesta, se plantean los siguientes

objetivos para ambas especies:

1. Estudio de la abundancia y distribución. Establecimiento de la posible existencia de diferencias espaciales (en función de los diferentes hábitats estudiados: playa, canal central y áreas de cultivo) y temporales (a lo largo de un ciclo anual).
2. Estructura de la población. Cambios espaciales y/o temporales de las distribuciones de frecuencia de tallas por sexos, y variaciones de la proporción sexual.
3. Estudios morfométricos. Análisis de las relaciones morfométricas longitud - anchura del caparazón y peso húmedo - anchura del caparazón para ambos sexos con el fin de determinar la posible existencia de dimorfismo sexual y cambios alométricos en ambas especies. Estudio de la posible existencia de heteroquelia y sus posibles variaciones espaciales, sexuales o debidas al tamaño corporal.
4. Reproducción:
 - Talla de madurez. Determinación de la talla de inicio de la madurez sexual en las hembras a partir de diferentes métodos (porcentaje de hembras ovígeras y métodos biométricos).
 - Ciclo reproductivo. Determinar los patrones temporales y espaciales en función del estado de madurez y del índice gonadosomático a lo largo del ciclo anual, con el fin de establecer la época y número de puestas, época de cópula y sus posibles variaciones geográficas.
 - Evolución del ciclo de cría. Análisis de las variaciones estacionales y temporales así como diferencias entre grupos de talla.

- Fecundidad. Determinación del número y tamaño de los huevos y su variabilidad en relación con diferentes aspectos como la talla del animal, estado de desarrollo de los huevos, estación de muestreo, etc.

5. Crecimiento. A partir del análisis de las distribuciones polimodales de frecuencia de tallas se pretende establecer la tasa de crecimiento para ambos sexos de *L. arcuatus* y *L. depurator*. Estudio de los patrones espaciales y temporales del ciclo de muda y sus variaciones en función de la talla y sexo.

Suponiendo que difícilmente se puede establecer el funcionamiento de un complejo sistema biológico sin conocer inicialmente el funcionamiento de sus partes integrantes, se pretende tener un conocimiento más amplio de los diferentes aspectos que conforman el ciclo biológico de ambas especies para analizar posteriormente de modo comparativo la influencia que ejerce sobre los mismos el cultivo de mejillón en batea.

El presente estudio se halla englobado dentro de un proyecto de investigación más amplio que recientemente ha permitido elaborar dos estudios sobre la alimentación de las principales especies que forman parte de la comunidad de crustáceos decápodos (FREIRE, 1993) y de peces demersales (FERNÁNDEZ, 1994) de la Ría de Arousa, y que han permitido conocer la dieta de estas especies así como la influencia que el cultivo de mejillón ejerce sobre la misma.

1.2. DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS

1.2.1. POSICIÓN SISTEMÁTICA

Las dos especies de crustáceos decápodos seleccionadas para llevar a cabo el presente estudio, *Liocarcinus arcuatus* (Leach, 1814) y *Liocarcinus depurator* (Linnaeus,

1758) pertenecen ambas a la familia Portunidae (Rafinesque, 1815) y su concreta posición sistemática, siguiendo la clasificación propuesta por BOWMAN & ABELE (1982) es la siguiente:

Filo, Subfilo o Superclase CRUSTACEA Pennant, 1777

Clase MALACOSTRACA Latreille, 1806

Subclase EUMALACOSTRACA Grobben, 1892

Superorden EUCARIDA Calman, 1904

Orden DECAPODA Latreille, 1803

Suborden PLEOCYNEMATA, Burkenroad, 1963

Infraorden BRACHYURA Latreille, 1803

Sección Brachyrrhyncha Borradaile, 1903

Superfamilia Portunoidea Rafinesque, 1815

Familia Portunidae Rafinesque, 1815

Subfamilia Polybiinae Ortmann, 1871

Género *Liocarcinus* Stimpson, 1871

Liocarcinus arcuatus (Leach, 1814)

Sinónimos: *Portunus arcuatus* Leach, 1814

Portunus emarginatus Leach, 1815

Portunus rondeletti Risso, 1816

Macropipus arcuatus (Leach, 1814)

Liocarcinus depurator (Linnaeus, 1758)

Sinónimos: *Cancer depurator* Linnaeus, 1758

Portumnus depurator (Linnaeus, 1758)

Portunus depurator (Linnaeus, 1758)

Portunus plicatus Risso, 1816

Macropipus depurator (Linnaeus, 1758)

La Familia Portunidae está representada en las costas gallegas por 16 especies agrupadas en 8 Géneros, siendo el Género *Liocarcinus* el que contribuye con un mayor número de especies (7 presentes y 1 probable) (GONZÁLEZ-GURRIARÁN & MÉNDEZ, 1985).

1.2.2. DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA

Todos los miembros de la Sección **Brachyrhyncha** se caracterizan por presentar un cefalotórax de forma cuadrangular, ovalada o redondeada con una abertura bucal más o menos cuadrangular y no proyectada cara adelante. Los cinco pereiópodos son normales. Las hembras presentan el primer par de pereiópodos reducido. Las aberturas genitales femeninas se encuentran en el sternum, mientras que las masculinas son coxales o esternales. El 1^{er} segmento del pedúnculo de las antenas se encuentra normalmente fusionado con la región epistomal.

La Familia Portunidae se caracteriza por presentar un cefalotórax deprimido dorso-ventralmente y normalmente más ancho que largo. La anchura máxima se produce entre el último par de dientes antero-laterales del cefalotórax, cuyo número es variable entre 5 y 9 según las especies. Las órbitas oculares son amplias y los ojos bien conspicuos. Antenas y anténulas cortas. El carpo del 3^{er} maxilípodo se articula en el margen dorsal interior del mero. Los dáctilos del 5^o pereiópodo son subovales o lanceolados, raramente estiliformes y siempre aplanados dorso-ventralmente como resultado de su modificación para la natación. Hembras con segmentos abdominales libres, mientras que en los machos el 3^o, 4^o y 5^o segmentos se encuentran soldados. El pene es por lo general largo.

Dentro de la Subfamilia Polybiinae nos encontramos con un cefalotórax no muy ancho y con un número de dientes antero-laterales que varía entre 3 y 5. Normalmente un par de pereiópodos es tan largo como los quelípedos. El 2^o segmento del pedúnculo antenal suele ser más largo que ancho. Las quillas laterales del endostoma se continúan con el

epistoma. El endopodio del 1^{er} maxilípodo presenta un lóbulo conspicuo en el margen interior. El dactilo del 5^o pereiópodo es suboval o lanceolado.

El cefalotórax de los individuos del **Género Liocarcinus** es más ancho que largo con cinco dientes antero-laterales dirigidos de la mitad anterior hacia delante. El caparazón es convexo longitudinalmente y no está muy profundamente tuberculado. La región frontal del caparazón presenta tres dientes o lóbulos o bien es entera. El margen ventral de la órbita presenta una estrecha incisión en forma de V y el margen dorsal de la órbita presenta dos pequeñas incisiones. El artejo basal de la antena es poco móvil o inmóvil. Los quelípedos son desiguales (generalmente más cortos que los pereiópodos) presentando el dactilo normalmente tres quillas dorsales. Los propodios del 2^o al 4^o par de pereiópodos presentan cada uno una quilla ventral. Los machos presentan soldados los somitos abdominales del 3^o al 5^o.

Liocarcinus arcuatus presenta un caparazón casi oval y moderadamente convexo. Su superficie dorsal tiene pequeñas quillas transversales y a veces con sedas en la parte anterior. Color marrón oscuro. Región frontal entera, sin dientes ni lóbulos y con largas por toda la frente. Las regiones protogástrica, epibranquial interna y urogástrica-cardíaca del caparazón dilatadas. El 4^o diente antero-lateral más pequeño que el resto.

Quelípedos semejantes, relativamente lisos. La superficie dorsal del carpo posee una quilla longitudinal y a veces con algunas estrías poco notorias. Proceso carpal bien desarrollado y agudo. El propodio con dos quillas longitudinales en la cara dorsal y el dactilo del quinto par de pereiópodos es de forma lanceolada.

El abdomen masculino presenta los segmentos del 3^o al 5^o fusionados, mientras que están libres en la hembra. El 1^{er} pleópodo del macho es ancho en la parte basal y va estrechándose gradualmente hasta la parte distal que es curvada hacia fuera rematando en un lóbulo de forma puntiaguda. El margen externo del pleópodo presenta largas sedas ramificadas.

El caparazón de *Liocarcinus depurator* es casi oval, moderadamente plano y con

pequeñas quillas o ringleras transversales de granulaciones provistas de algunas sedas por la superficie dorsal del caparazón. De color rojizo a rojo amarillento, con zonas claras en el surco cervical. Región frontal no proyectada cara adelante con 3 lóbulos agudos o casi agudos de tamaño similar. Margen dorsal de la órbita con dos fisuras pocos notorias y el margen ventral con una incisión estrecha en forma de V. Las regiones protogástrica, epibranquial interna y urogástrica-cardíaca del caparazón dilatadas. Márgenes antero-laterales del caparazón sedosos con 5 dientes prominentes y agudos, ligeramente curvados hacia delante.

Quelípedos semejantes y robustos. La superficie dorsal del carpo con una quilla en forma de V invertida y pequeñas quillas transversales y sedosas. El margen externo con dos lóbulos obtusos. Proceso carpal largo y agudo. Propodio con dos quillas longitudinales en la cara dorsal, siendo la más interna distalmente espinosa, y con cuatro quillas en la cara externa. Dáctilo con dos quillas en la cara dorsal. Del 2º al 4º par de pereiópodos relativamente finos y con un reborde en el margen ventral del propodio. Dáctilo del 5º par casi oval y sin quilla media.

Abdomen del macho con los segmentos 3º, 4º y 5º fusionados; libres en la hembra. 1º pleópodo del macho ancho en la parte basal estrechándose gradualmente hacia la parte distal que es notoriamente curvada hacia fuera y remata en un lóbulo en forma de dedo. La superficie superior del 1º pleópodo es más espinosa que la inferior.

1.2.3. DISTRIBUCIÓN

1.2.3.1. *Liocarcinus arcuatus*

Conocido comúnmente en las costas de Galicia con el nombre de "Cangrexo", se distribuye principalmente en aguas someras con mayor querencia por aquellas con fondos de arena. Es muy común en las zonas de playa con abundancia de algas verdes (*Ulva* sp., etc.) a pocos metros de profundidad. También aparece normalmente en zonas de bateas sobre todo en aquellas cuyo fondo está poco transformado. Ha sido ampliamente citado por

diferentes autores en distintas localidades de la costa gallega:

Ría de Ferrol (FREIRE *et al.*, 1993)

Ría de Muros (GONZÁLEZ-GURRIARÁN, 1982b, 1986)

Ría de Arousa (MORA, 1980; GONZÁLEZ-GURRIARÁN, 1982a; ROMERO *et al.*, 1982)

Ría de Pontevedra (IGLESIAS & GONZÁLEZ-GURRIARÁN, 1984)

Ría de Vigo (MIRANDA Y RIVERA, 1940, como *Portunus arcuatus*; CARDONA BENDITO, 1965; ANADÓN, 1975; ALONSO-ALLENDE & FIGUERAS, 1984)

A nivel mundial se encuentra distribuido por todo el Atlántico oriental desde las costas de Noruega hasta las de Mauritania, apareciendo también en el Mediterráneo y Mar Muerto (HOLTHUIS & GOTTLIEB, 1958; ZARIQUIEY, 1968).

1.2.3.2. *Liocarcinus depurator*

Aparece desde muy pocos metros de profundidad hasta los 300m (ZARIQUIEY, 1968; GONZÁLEZ-GURRIARÁN & MÉNDEZ, 1985) aunque por lo general parece menos abundante a menos de 100m (CHRISTIANSEN, 1969). En Galicia las capturas más importantes provienen de arrastres en el interior de las rías, en fondos fangosos y en los polígonos de bateas de mejillón donde hay mayor profundidad, apareciendo incluso en zonas de arena y piedras dispersas. Aunque no es capturado con fines comerciales es empleado muy frecuentemente como cebo en la pesca del piobardo, *Atherina presbiter*.

Se le conoce vulgarmente con el nombre de "Jaiva", habiendo sido citado por numerosos autores en diversas localidades de la costa gallega:

San Ciprian-Burela-Lugo (POLO *et al.*, 1982)

Ría de Ferrol (FREIRE *et al.*, 1993)

Ría de Betanzos (MÍGUEZ RODRÍGUEZ, 1980)

Ría de Muros (GONZÁLEZ-GURRIARÁN, 1982b, 1986)

Ría de Arousa (ROMÁN Y PÉREZ, 1982; GONZÁLEZ-GURRIARÁN, 1982a; ROMERO *et al.*, 1982)

Ría de Pontevedra (IGLESIAS & GONZÁLEZ-GURRIARÁN, 1984)

Ría de Vigo (MIRANDA Y RIVERA, 1940; CARDONA BENDITO, 1965; ANADÓN, 1975; ALONSO-ALLENDE & FIGUERAS, 1984).

Plataforma de Galicia (I.E.O., 1981a, 1981b, 1982; OLASO Y PEREDA, 1982; GONZÁLEZ-GURRIARÁN & OLASO, 1987)

Su distribución mundial se sitúa en el Atlántico oriental desde las costas de Noruega hasta las de Sahara, incluyendo el Mar Mediterráneo (ZARIQUIEY, 1968).

1.3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

1.3.1. LA RÍA DE AROUSA

La Ría de Arousa localizada geográficamente entre las provincias de A Coruña y Pontevedra, se sitúa dentro del conjunto de rías conocido como Rías Baixas (Fig. 1.2.1). Presenta una superficie de 250 km², una longitud de 25 km y una anchura que oscila entre 3 km en su parte más interna a 10 km en la boca. Su profundidad máxima alcanza los 70 m del canal central situándose la profundidad media en torno a los 19 m.

Tradicionalmente ha sido una zona en la que se han desarrollado gran número de estudios, que se iniciaron en los años 60 (PANNEKOEK, 1966a, 1966b; CADEE, 1968; OTTO, 1975) y que incluyen una gran variedad de disciplinas: estudios de oceanografía (TENORE & GONZÁLEZ, 1975; FERNÁNDEZ-CASTILLEJO & LAVÍN, 1982; IGLESIAS & NUNES, 1982; BLANTON *et al.*, 1984, 1987), estudios de comunidades

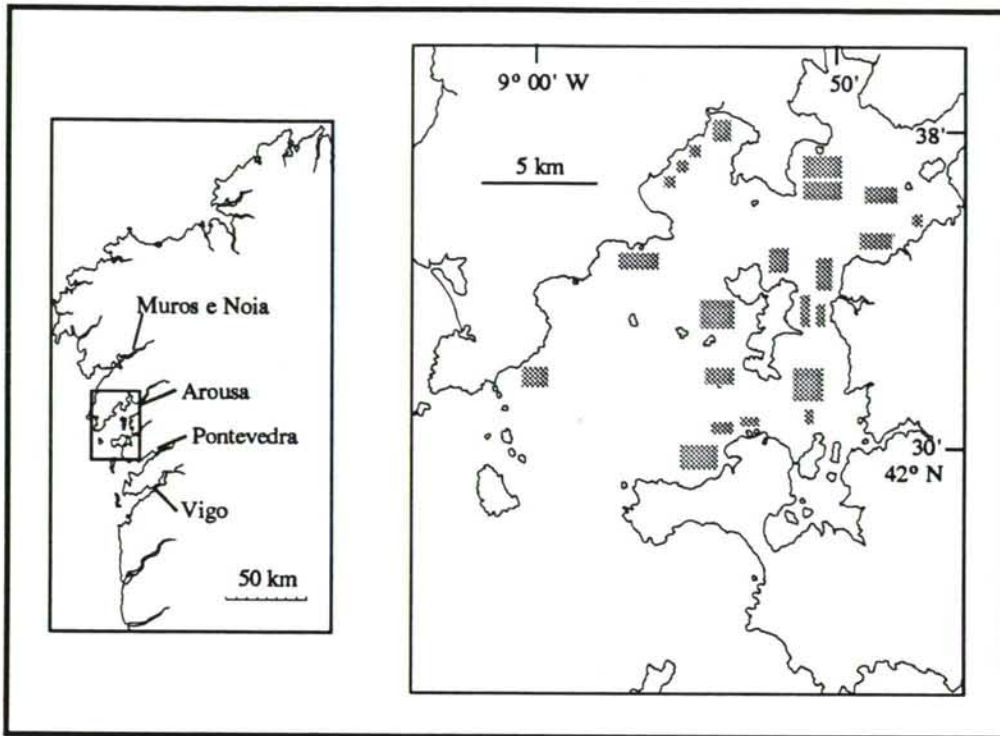


Fig.1.2.1. Rías baixas de Galicia. Ría de Arousa. Las áreas sombreadas indican los polígonos de cultivo en batea.

tanto a nivel planctónico (CAMPOS & GONZÁLEZ, 1975; CORRAL & ÁLVAREZ-OSSORIO, 1978; HANSON *et al.*, 1986) como bentónico (CHESNEY & IGLESIAS, 1979; OLASO, 1979, 1982; MORA, 1980, 1982; GONZÁLEZ-GURRIARÁN, 1982a, 1982b; LÓPEZ-JAMAR, 1982; TENORE *et al.*, 1982), etc.

1.3.1.1. Origen tectónico

A pesar de que la práctica totalidad de las rías gallegas (altas, centrales y bajas) presentan en cuanto a su origen una serie de características comunes, PANNEKOEK (1966a) opina que la Ría de Arousa es un caso especial entre ellas, relacionando su relieve actual con la naturaleza de su sustrato y no como resultado de los procesos de alteración-erosión. Esta opinión se contrapone a la de NONN (1966) quien otorga a la dinámica de bloques un papel primordial en el origen de todas las rías gallegas. Este autor incluye a la Ría de Arousa entre el tipo de rías denominado "Rías alvéolos o cubetas" inundadas por el

mar durante el período Terciario al estar sometidas a unas determinadas condiciones climáticas.

1.3.1.2. Condiciones oceanográficas

La circulación estuárica característica de la Ría de Arousa está fuertemente determinada por 3 factores principales (GÓMEZ-GALLEG0, 1971, 1975; OTTO, 1975; IGLESIAS & NUNES, 1982):

- a) Su régimen interno de mareas cuyo rango de oscilación media es de 2,7m con mínimos de 1,1m y máximos de 4m (equinoccio de primavera) (GÓMEZ-GALLEG0, 1971, 1975; OTTO, 1975; TENORE *et al.*, 1982).
- b) A los aportes fluviales debidos a que en la ría desembocan los ríos Ulla y Umia. Entre ambos aportan una cantidad de agua dulce que oscila entre 70 y 120 m³/seg en invierno y entre 5 y 75 m³/seg en verano (TENORE *et al.*, 1982). Su efecto se traduce en importantes oscilaciones de la salinidad, sobre todo de la parte interna de la ría (hasta valores de 0 ‰) e inversiones térmicas de importancia (de 10-12°C en superficie a 12-13°C en profundidad) (GÓMEZ-GALLEG0, 1975; FERNÁNDEZ-CASTILLEJO & LAVÍN, 1982; IGLESIAS & NUNES, 1982).
- c) A los vientos dominantes. Los vientos costeros de componente norte predominan en el verano y favorecen la penetración de agua oceánica profunda lo que implica una fuerte estratificación. Por contra durante el invierno predominan los vientos del sur, causantes de abundantes lluvias lo cual se traduce en un gran aporte de agua dulce.

La suma de los tres factores anteriormente expuestos determina las características hidrográficas de la ría produciendo como principal efecto el denominado fenómeno de afloramiento, que se manifiesta con mayor intensidad en la zona media e interna de la ría

(GÓMEZ-GALLEGO, 1975; OTTO, 1975; TENORE & GONZÁLEZ, 1975; FRAGA, 1981; FERNÁNDEZ-CASTILLEJO & LAVÍN, 1982; IGLESIAS & NUNES, 1982; BLANTON *et al.*, 1984; IGLESIAS *et al.*, 1984).

Aunque el afloramiento sea debido a una suma de factores, el origen inicial del mismo hay que buscarlo en los vientos costeros de componente norte (principalmente estivales) que producen la entrada en profundidad de agua central noratlántica (ACNA) y la salida en superficie de agua más cálida. La irrupción en superficie del agua central noratlántica (ACNA) rompe la estratificación vertical aportando una gran cantidad de nutrientes a los niveles más superiores produciendo máximos en la producción primaria (NUNES *et al.*, 1984; VARELA *et al.*, 1984).

Aunque en principio el fenómeno de afloramiento puede producirse en cualquier época de año, se manifiesta principalmente en primavera y otoño, habiendo sido citado para estos períodos una frecuencia de 1 por mes en la vecina Ría de Muros y Noia (CABANAS *et al.*, 1983). La causa de que el fenómeno de afloramiento sea menos frecuente durante el verano a pesar de ser una época típica de vientos costeros de componente norte, hay que buscarla en la gran estratificación existente durante este período y que reduce el ascenso de agua profunda (GONZÁLEZ *et al.*, 1979).

1.3.2. EL CULTIVO DE MEJILLÓN

1.3.2.1. Descripción del proceso de cultivo de mejillón *Mytilus galloprovincialis* (L.) en batea

En España, el cultivo de mejillón sobre cuerdas colgantes se inicio en Tarragona (costa mediterránea) en el año 1901, ampliándose posteriormente a Barcelona en 1909. En Galicia las primeras experiencias no tuvieron lugar hasta el año 1946 y a partir de entonces se fue extendiendo por las rías gallegas de un modo sorprendente (con un aumento máximo

en la década de los 60), hasta llegar hoy en día a alcanzar el número de 3400 bateas para toda Galicia y cuya producción anual oscila entre 150.000 y 200.000 toneladas, lo que la sitúa en el primer lugar mundial (TENORE & GONZÁLEZ, 1975; PÉREZ-CAMACHO & ROMÁN, 1979; MARIÑO *et al.*, 1982).

Las bateas son en realidad unas estructuras flotantes formadas por unos emparrillados de madera que se disponen de forma rectangular y por un número variable de flotadores. La superficie de la batea es muy variable, habiéndose detectado en los últimos años un aumento de la misma, que varía en la actualidad desde los 100 m² a más 500 m² siendo la superficie media de 337 ± 5.1 m² (MARIÑO *et al.*, 1982; PÉREZ-CAMACHO *et al.*, 1991).

En el emparrillado de madera es donde se cuelgan las cuerdas de cultivo en un número que va desde las 200 a las 700 (media de 418) y cuya longitud depende básicamente de la profundidad de la zona, oscilando entre 4 y 16 m con una longitud media de 9.7 m (MARIÑO *et al.*, 1982; PÉREZ-CAMACHO *et al.*, 1991).

El proceso del cultivo de mejillón a partir de que este ha sido fijado en las cuerdas, ha sido ampliamente descrito por varios autores (ANDREU, 1958; BARDACH *et al.*, 1972; MARIÑO *et al.*, 1982; PÉREZ-CAMACHO *et al.*, 1991) que señalan la existencia de 4 etapas fundamentales:

1). Obtención de la semilla. La semilla se recoge fundamentalmente en las rocas del nivel intermareal de las zonas costeras próximas al lugar de cultivo o con colectores situados en las propias bateas (aunque de forma mucho menos extendida). Al inicio del cultivo la longitud media del mejillón semilla es de aproximadamente 20 mm.

2). Crecimiento de la semilla. Desde el mes de Noviembre al de Marzo (hasta Diciembre en el 41% de las bateas de la Ría de Arousa) se realiza el proceso de encordado de la semilla mediante una fina red que se descompone en los pocos días

necesarios para que el mejillón se fije a la cuerda con su propio biso. El número medio de cuerdas de semilla que se disponen por batea es de 142 (máximo de 250 y mínimo de 50) y cuyo peso medio por cuerda se sitúa en los 14 kg.

3). Desdoble de las cuerdas de semilla. Entre los meses de Junio y Octubre, tras permanecer el mejillón de semilla entre 5 y 6 meses en el agua, se produce el llamado desdoble. Durante este período el mejillón ha alcanzado tallas de entre 45-55 mm y las cuerdas de semilla pesan ahora de media 135 kg (máximo de 200 y mínimo de 100). El proceso de desdoble consiste en originar 3 nuevas cuerdas de cada una de las cuerdas de semilla. Estas nuevas cuerdas de desdoble pesan unos 46 kg cada una y permanecerán en el agua unos 8-10 meses (12 como máximo) hasta el momento de la cosecha.

4). Cosecha. En el momento de la cosecha el mejillón ha alcanzado una talla de 70-100 mm y el peso por cuerda oscila entre 100 y 200 kg. La cosecha se realiza principalmente entre Octubre y Marzo, aunque en ello pueden influir numerosos factores como son la demanda del mercado y el propio ciclo reproductivo del mejillón que es el que determina su contenido en carne.

La producción media anual por batea es de 49 toneladas aunque dicha producción varía principalmente en función del área y de la posición en la que se encuentre la batea (desde 20 a 100 toneladas año). El proceso global desde el encorde hasta la cosecha presenta una duración variable que aproximadamente se sitúa en torno a los 17 meses.

1.3.2.2. Influencia del cultivo de mejillón en la Ría de Arousa

Tanto la estructura como la dinámica del ecosistema de la Ría de Arousa van a verse altamente afectadas por el cultivo extensivo del mejillón, produciendo entre sus efectos más destacados un importante aumento en los niveles de densidad y biomasa del megabentos (peces, crustáceos decápodos y equinodermos) en comparación con otras rías o con otras

zonas de la Ría de Arousa no dedicadas al cultivo de mejillón (CHESNEY & IGLESIAS, 1979; IGLESIAS, 1981; GONZÁLEZ-GURRIARÁN, 1982a, 1982b; OLASO, 1982; ROMERO *et al.*, 1982; FREIRE, 1993; FERNÁNDEZ, 1994).

Este importante aumento de la densidad a nivel megabentónico tiene su principal origen en las modificaciones que el cultivo ha introducido sobre la red trófica, tanto a nivel pelágico (CORRAL & ÁLVAREZ-OSSORIO, 1978) como bentónico (TENORE *et al.*, 1982, 1985), regulando el flujo de energía de la ría como se representa en la figura 1.2.2.

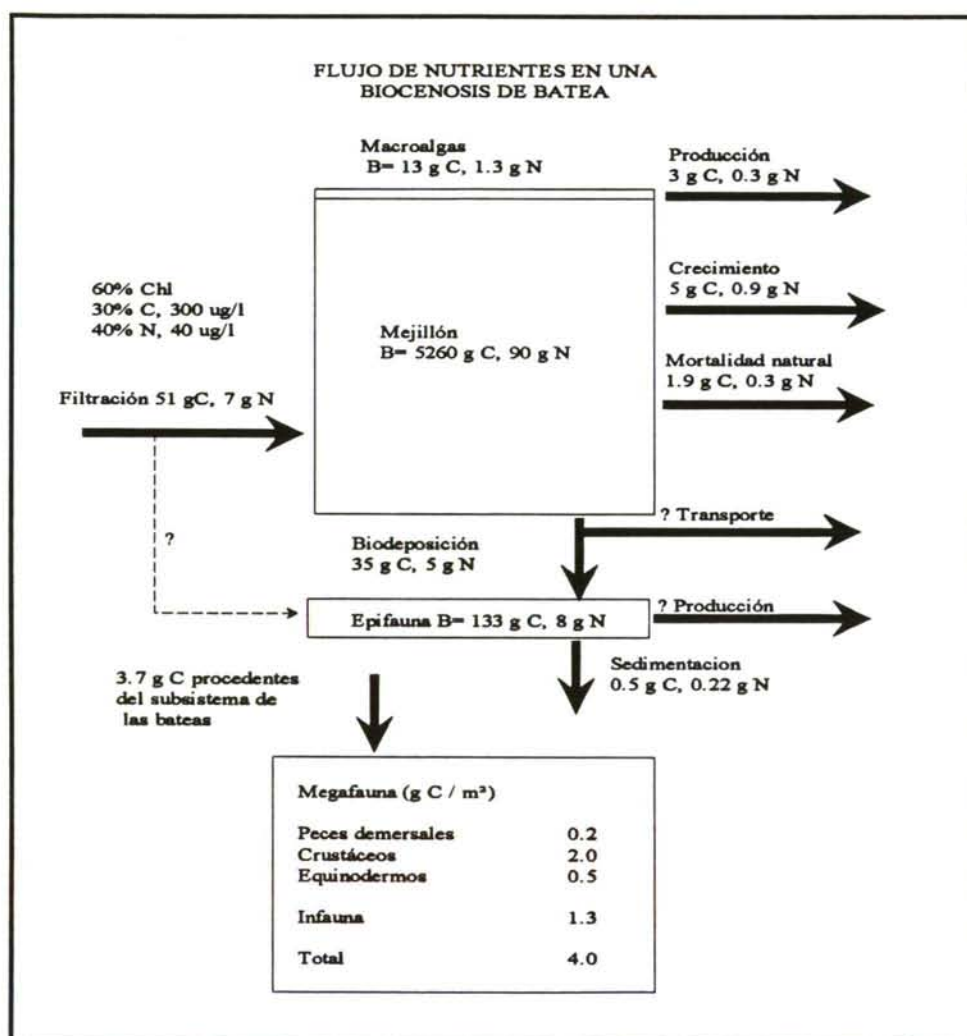


Fig.1.2.2. Diagrama de flujo del carbono y nitrógeno en un área de batea en la Ría de Arousa (se ilustran las condiciones del mes de Diciembre, y los flujos se indican en unidades por m²) (de TENORE *et al.*, 1982).

La primera consecuencia del cultivo en batea se refleja en la comunidad epifaunal asociada a las mismas, la cual alcanza una densidad y biomasa muy elevada con valores de hasta 36 g de peso seco sin cenizas (PSSC) para cada 20 cm de cuerda de desdoble (GONZÁLEZ-SANJURJO, 1982; ROMÁN & PÉREZ, 1982), habiendo citado LAPOINTE *et al.*, (1981) valores de hasta 423 g C/m² para la comunidad macroalgal.

La estructura tridimensional de la batea introduce un nuevo espacio que sirve de sustrato a los organismos de la comunidad epifaunal compuesta por unas 100 especies, en su mayor parte suspensivoras y alimentadoras de depósito (ambas aprovechan las pseudoheces del mejillón) y en menor medida carnívoras. Es el decápodo anomuro *Pisidia longicornis* (L.) el principal componente de esta comunidad, en la que también destacan el holoturoideo *Aslia lefevrei* (Barrois), las ascidias *Ciona intestinalis* (L.) y *Phallusia mamillata* (Cuvier) y diversas especies de anfípodos.

El notable aumento de la comunidad epifaunal tanto vegetal como animal, que es a su vez fuente de alimento para el megabentos, produce sobre este un importante aumento de su densidad, siendo una de las modificaciones fundamentales que ha provocado la introducción extensiva del cultivo de mejillón.

Otra de las consecuencias que ejerce el cultivo es la importante acumulación de biodepositos que aporta a los fondos de los polígonos de cultivo. Dicho aporte se debe a la elevada tasa de filtración que presenta el mejillón y a su baja eficacia en este proceso, calculándose que una batea filtra aproximadamente 180 toneladas de materia orgánica al año produciendo unas 100 toneladas de detritos (TENORE *et al.*, 1982). Esta enorme cantidad de detritos provoca importantes modificaciones del sedimento haciéndolo cada vez más fangoso, especialmente en la zona interna de la ría donde se pueden llegar a producir condiciones de anoxia (LÓPEZ-JAMAR & MEJUTO, 1986). La macrofauna y meiofauna de estos fondos presentan baja diversidad y biomasa (<5g PSSC/m²) así como características de una comunidad pionera (TENORE *et al.*, 1982; PENAS, 1984) que está dominada fundamentalmente por organismos con baja actividad bioturbadora, lo que

provoca además que la tasa de regeneración de nutrientes sea baja (TENORE *et al.*, 1982). Todo ello implica un empobrecimiento gradual de las comunidades infaunales debido principalmente al excesivo acúmulo de materia orgánica procedente de las biodeposiciones del cultivo.

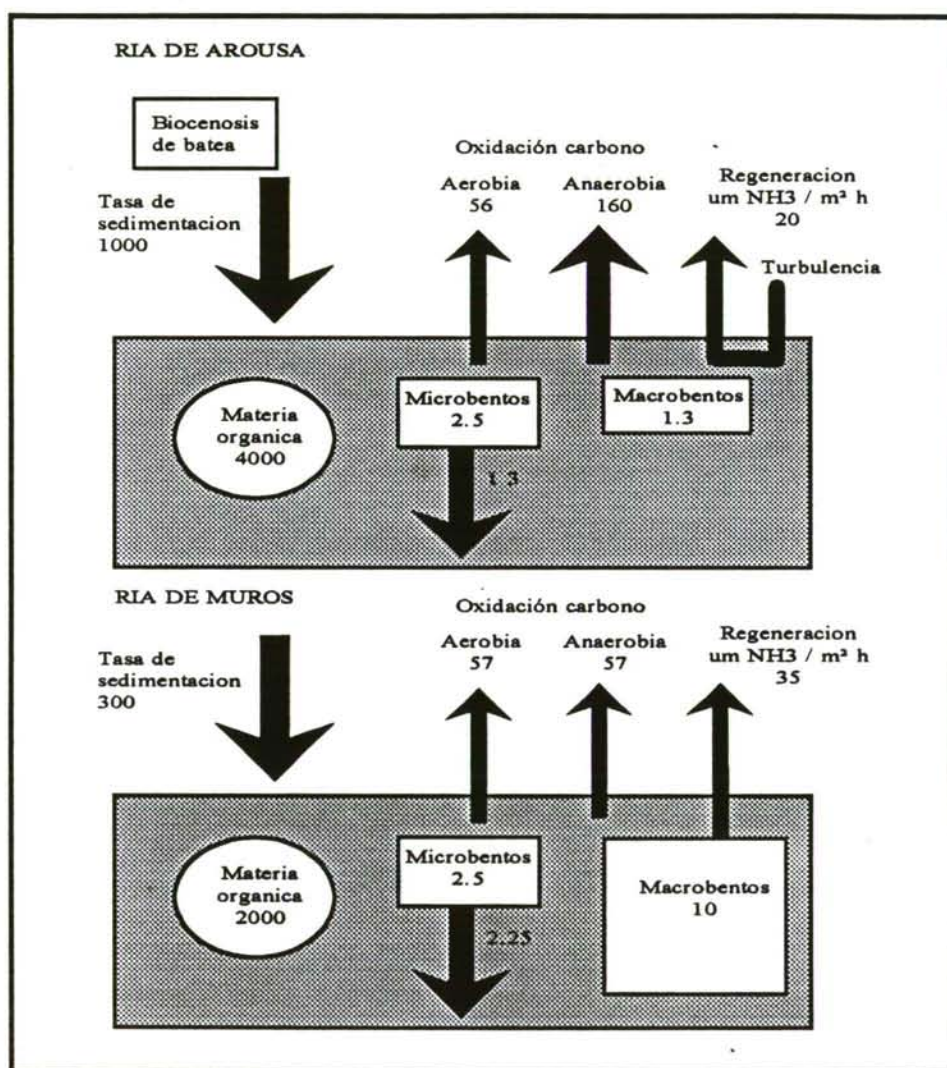


Fig.1.2.3. Comparación de los flujos de nutrientes en dos sistemas : Ría de Arousa (área de cultivo de mejillón) y Ría de Muros (zona no dedicada al cultivo) (Valores en g C/m o g C/m·d (de TENORE *et al.*, 1982).

Si comparamos este hecho con lo que sucede en la vecina Ría de Muros y Noia, donde se desarrolla el cultivo de mejillón en batea de modo menos intenso, podemos observar que los niveles de biomasa y diversidad de especies son mayores que en la Ría de Arousa. Además las especies que forman parte del sistema bentónico se caracterizan por ser

principalmente especies removedoras por lo que la tasa de regeneración de nutrientes es elevada (TENORE *et al.*, 1982) (Fig. 1.2.3.).

En resumen se puede decir que en la Ría de Arousa (principalmente en la parte media e interna) existe una elevada tasa de sedimentación que provoca un descenso en la biomasa y en la diversidad de la macrofauna y meiofauna, estableciéndose mayoritariamente la regeneración de nutrientes por fenómenos hidrodinámicos y no por procesos de bioturbación. Por contra el megabentos puede aumentar su densidad de forma importante, gracias principalmente al aporte de alimento que supone la comunidad animal y vegetal que se desarrolla de forma muy productiva en la propia batea.

1.4. COMUNIDADES MEGABENTÓNICAS DE LAS RÍAS GALLEGAS

Durante las dos últimas décadas han sido llevados a cabo distintos estudios sobre el megabentos de las principales rías de Galicia (Vigo, Pontevedra, Arousa, Muros y Noia y Ferrol) con el fin de conocer los patrones de organización de las comunidades epibentónicas y de que modo las diferentes fuentes de variabilidad naturales (profundidad, salinidad, sedimento, diferencias geográficas, etc.) y artificiales (cultivo de mejillón, efluentes urbanos e industriales, etc.) influyen sobre los mismos.

1.4.1. COMPOSICIÓN FAUNÍSTICA

Los principales grupos zoológicos objeto de estos estudios han sido los crustáceos (GONZÁLEZ-GURRIARÁN, 1982a, 1982b, 1986; ROMERO *et al.*, 1982; ALONSO-ALLENDE & FIGUERAS, 1984; GONZÁLEZ-GURRIARÁN *et al.*, 1991), los peces demersales (CHESNEY & IGLESIAS, 1979; IGLESIAS, 1981, 1982, 1983; IGLESIAS & GONZÁLEZ-GURRIARÁN, 1984; GONZÁLEZ-GURRIARÁN *et al.*, 1991) y los equinodermos (OLASO, 1979, 1982). En todos los casos la metodología empleada fue

similar a la descrita por CHESNEY & IGLESIAS (1979) y ROMERO *et al.* (1982).

Estos estudios reflejan la existencia de una escasa variabilidad biogeográfica en la composición de las comunidades megabentónicas de las distintas rías. No obstante sí se aprecian diferencias en la distribución de las especies dentro de cada una de las rías en relación con la predilección de un determinado tipo de hábitat por cada especie.

Las comunidades megabentónicas de las rías gallegas están compuestas principalmente por 24 especies de braquiuros (pertenecientes fundamentalmente a la familia Portunidae) y 80 de peces (mayoritariamente de la familia Gobiidae). La mayor parte de ellas residen en las rías durante todo el año, y tan solo *Polybius henslowii* Leach (GONZÁLEZ-GURRIARÁN, 1987) y fases juveniles de *Trisopterus luscus* (L.) (IGLESIAS, 1981) aparecen de forma intermitente aunque con gran importancia numérica en las rías, procediendo de la plataforma.

La comunidad de crustáceos de la Ría de Arousa está constituida por 11 especies siendo la familia Portunidae la que contribuye con un mayor número de especies (7) (GONZÁLEZ-GURRIARÁN, 1982a; ROMERO *et al.*, 1982). *L. arcuatus* aparece principalmente en zonas de playa y de la zona interna de la ría (en general en zonas de aguas someras). *L. depurator* se distribuye fundamentalmente en la zona medio-externa de la ría en áreas de batea y de canal central. Otras especies de la familia Portunidae que tienen importancia en la ría son *Necora puber* (L.), *Carcinus maenas* (L.) y *Liocarcinus corrugatus* (Pennant). La familia Majidae es la segunda en importancia en cuanto a número de especies presentes, destacando *Maja squinado* (Herbst), *Inachus dorsettensis* (Pennant) y *Macropodia rostrata* (L.).

1.4.2. PATRONES DE ORGANIZACIÓN

En la Ría de Arousa, los crustáceos presentan valores de densidad y abundancia muy

elevados (101.9 individuos y 1607 g de peso húmedo por lance) (GONZÁLEZ-GURRIARÁN, 1982a; ROMERO *et al.*, 1982) muy superiores a los que se alcanzan en las otras rías gallegas estudiadas (Fig. 1.2.3.), principalmente en las que existe una mayor influencia industrial y urbana como son la Ría de Pontevedra (51.9 ind. y 308.1 g por lance) (IGLESIAS & GONZÁLEZ-GURRIARÁN, 1984) y la Ría de Ferrol (24.3 ind. y 382.3 g por lance) (GONZÁLEZ-GURRIARÁN *et al.*, 1991).

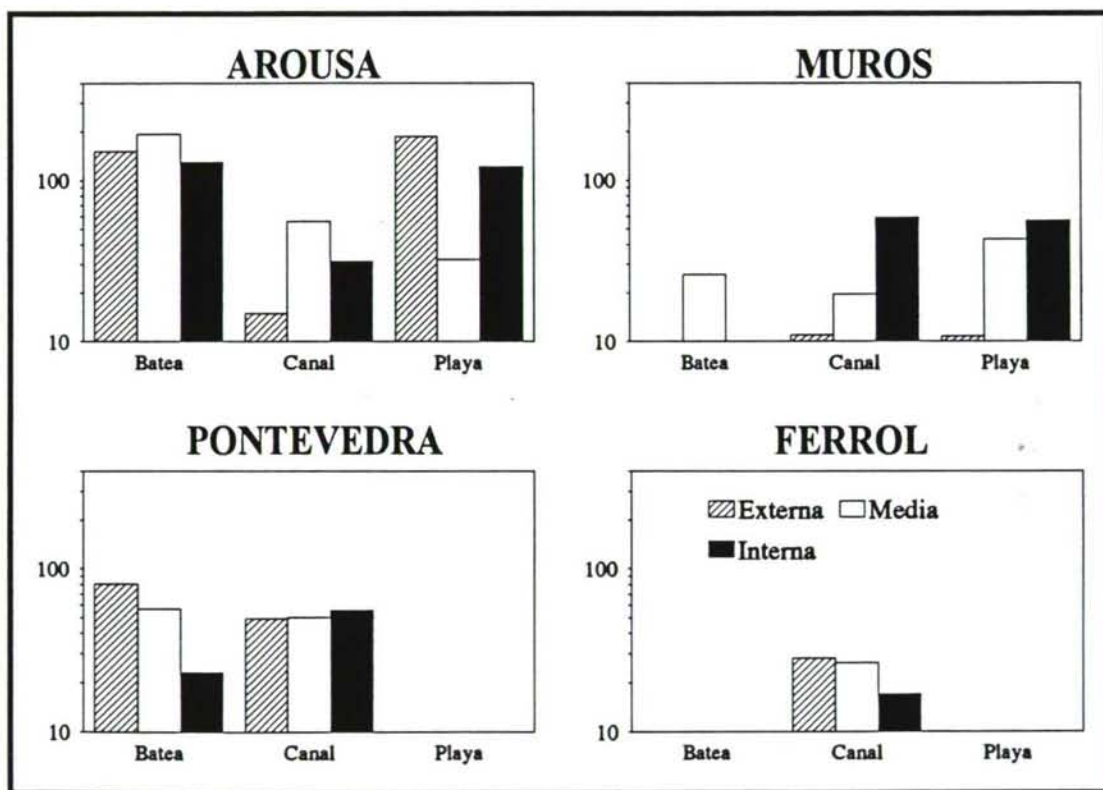


Fig.1.3.1. Abundancia y distribución de los crustáceos decápodos en las Rías de Galicia (valores medios anuales, datos en número/lance de 10 minutos).

Los valores de diversidad (índice de Shannon-Wiener empleando \log_2) citados por diferentes autores (GONZÁLEZ-GURRIARÁN, 1982a, 1986; IGLESIAS & GONZÁLEZ-GURRIARÁN, 1984, GONZÁLEZ-GURRIARÁN *et al.*, 1991) son mayores para las áreas de batea (oscilan entre 2.49 y 1.61 para las diferentes rías) que para las de playa (de 1.98 en Muros a 0.60 en Arousa) y las de canal central (de 1.51 a 1.35). Las áreas con bateas

de la zona interna de las rías presentan asimismo valores de diversidad superiores a las áreas de bateas de la zona externa, siendo en Arousa de 1.10 en la zona externa y de 2.21 en la interna.

La variabilidad observada en la organización de las comunidades megabentónicas de las diferentes rías está causada por la suma de factores naturales y de carácter antropogénico.

Entre los factores naturales, teniendo en cuenta las particulares características oceanográficas de cada ría, destaca el gradiente oceánico-estuárico que existe a lo largo del eje longitudinal de las mismas (ELLIOT & TAYLOR, 1989) y que juega un papel decisivo en la organización de las comunidades, aunque quizás sean los factores debidos a las actividades humanas los que vayan a influir con mayor fuerza sobre los patrones de organización. Un ejemplo de ello ya citado anteriormente, son las importantes variaciones que en la estructura y dinámica de las comunidades introduce el cultivo de mejillón en la Ría de Arousa (CHESNEY & IGLESIAS, 1979; ROMERO *et al.*, 1982; TENORE *et al.*, 1985). Otros factores de carácter antropogénico que ejercen una influencia fundamental son las actividades pesqueras y marisqueras (HUTCHINGS, 1990) y los afluentes urbanos e industriales como sucede principalmente en Pontevedra (MORA *et al.*, 1989) y Ferrol (XUNTA DE GALICIA, 1987).

1.5. BIOLOGÍA DE LAS POBLACIONES DE PORTÚNIDOS

1.5.1. ANTECEDENTES

La familia Portunidae ha sido una de las familias de crustáceos decápodos más ampliamente estudiada, tanto por el número de especies que han sido motivo de estudio, como por la gran variedad de aspectos analizados en la multitud de trabajos llevados a cabo por un sinnúmero de autores.

Aunque el número de especies estudiadas es muy amplio, *Carcinus maenas* (L.) y *Callinectes sapidus* (Rathbun) han sido posiblemente las que han ocupado a un mayor número de autores y las que presentan una diversidad temática más variada: desarrollo larvario (SULKIN, 1975; HARTNOLL & PAUL, 1982; ANGER, 1987), diferentes aspectos del ciclo reproductivo (TAGATZ, 1968; BERRILL, 1982; SEKKELSTEN, 1988; PRAGER *et al.*, 1990), crecimiento (TAGATZ, 1969; HOGARTH, 1975; HARTNOLL, 1978), estudios de muda (ANDRIEUX, 1979; CAMERON, 1985; FREEMAN *et al.*, 1987), alimentación (ELNER, 1981; DARE *et al.*, 1983; ARNOLD, 1984; HAEFNER, 1990a) y un largo etcétera más.

Aunque en menor profundidad que en el caso de *C. maenas* y *C. sapidus*, diferentes aspectos de otras especies de portúnidos han sido también ampliamente estudiados como son los casos de *Necora puber* (L.) (GONZÁLEZ-GURRIARÁN, 1977, 1978, 1981a, 1981b; CHOY, 1988, 1991; NORMAN, 1989; GONZÁLEZ-GURRIARÁN & FREIRE, 1994), *Polybius henslowii* Leach (CROCE, 1961; PAULA, 1985; GONZÁLEZ-GURRIARÁN, 1987; GONZÁLEZ-GURRIARÁN *et al.*, 1993a) y *Portunus trituberculatus* (Miers) (POTTER *et al.*, 1983; BAWAB & EL-SHERIEF, 1988; SUMPTON *et al.*, 1989).

Por último en un tercer grupo se situaría un gran número de especies cuyo estudio se reduce a una cifra no muy elevada de trabajos sobre su biología general o sobre aspectos muy puntuales de su ciclo biológico. Diferentes especies del género *Ovalipes* Rathbun (HAEFNER JR, 1985; HADDON & WEAR, 1987), *Uca* Leach (CHRISTY, 1987; MURAI *et al.*, 1987), *Macropipus* Prestandrea (MORI, 1987; ABELLÓ, 1989b, 1989c), etc., estarían enclavadas aquí, al igual que las dos especies del presente estudio *L. arcuatus* y *L. depurator*.

1.5.2. ESTUDIOS PREVIOS SOBRE *L. arcuatus* y *L. depurator*

A pesar de la amplia distribución de ambas especies y de su gran abundancia, pocos han sido los trabajos realizados sobre los diferentes aspectos de su ciclo biológico.

Tan solo existen dos trabajos previos sobre la biología general de *L. arcuatus* uno de ellos en el Mar Adriático (STEVICIC, 1987) y otro en la Ría de Arousa (FREIRE *et al.*, 1991b). El resto de trabajos analizan aspectos puntuales tales como su alimentación (CHESSA *et al.*, 1989; FREIRE *et al.*, 1990, FERNÁNDEZ *et al.*, 1991a) y su morfometría bucal (MANCONI *et al.*, 1989), o son estudios más generales sobre sistemática y distribución (ZARIQUIEY, 1968; CHRISTIANSEN, 1969).

L. depurator ha sido más ampliamente estudiado que *L. arcuatus*, ya que existen diversos estudios sobre diferentes aspectos de su ciclo biológico en el Mar Mediterráneo (ABELLÓ, 1986, 1989a; MORI & ZUNINO, 1987) y en la Ría de Arousa (FERNÁNDEZ *et al.*, 1991b), así como estudios más concretos sobre aspectos morfométricos (ABELLÓ *et al.*, 1990), comportamiento (GLASS & HUNTINGFORD, 1988; ABELLÓ *et al.* 1991), alimentación (ABELLÓ & CARTES, 1987; GONZÁLEZ-GURRIARÁN *et al.*, 1989; HALL *et al.*, 1990; FREIRE *et al.*, 1991a; FREIRE, 1993), desarrollo larvario (HARTNOLL & MOHAMEDDEEN, 1987) y genética (TRENTINI *et al.*, 1989), mientras que GONZÁLEZ-GURRIARÁN *et al.* (1993a) analizan su distribución espacial en la plataforma continental gallega mediante técnicas de geostadística. El resto de estudios que citan de algún modo a *L. depurator* son (al igual que en *L. arcuatus*) trabajos de carácter sistemático y de distribución (ALLEN, 1967; ZARIQUIEY, 1968, CHRISTIANSEN, 1969; INGLE, 1980; GARCÍA-RASO, 1984).

Los principales datos aportados por estos estudios en relación con los diferentes aspectos del ciclo biológico de *L. arcuatus* y *L. depurator* en la Ría de Arousa son:

- **Abundancia y distribución.** En la Ría de Arousa *L. arcuatus* se distribuye fundamentalmente en las áreas de playa de poca profundidad y con abundancia de algas verdes de la parte medio-interna (FREIRE *et al.*, 1991b), al igual que ocurre en diferentes zonas del Mar Mediterráneo (ZARIQUIEY, 1968; STEVICIC, 1987; CHESSA *et al.*, 1989) y en las costas de Noruega (CHRISTIANSEN, 1969).

L. depurator aparece principalmente en áreas de batea de la parte externa de

la Ría de Arousa (FERNÁNDEZ *et al.*, 1991b) lo cual no se corresponde totalmente con el hábitat típico de la especie puesto que *L. depurator* se distribuye principalmente a una profundidad aproximada de 100 metros tanto en el Mediterráneo (ZARIQUIEY, 1968; ABELLÓ, 1986; MORI & ZUNINO, 1987), en las costas de Noruega (CHRISTIANSEN, 1969) y en la plataforma gallega (GONZÁLEZ-GURRIARÁN & OLASO, 1987). El hecho de su aparición en zonas de menor profundidad del interior de las rías gallegas parece estar relacionado con la existencia de los polígonos de cultivo de mejillón y las ventajas que estos les ofrecen en forma de alimento, hábitat, etc.

Las capturas de ambas especies presentan en todas las zonas estudiadas un marcado ciclo estacional. En la Ría de Arousa, *L. depurator* exhibe una evolución temporal similar para el conjunto de toda la ría, con máximos en invierno-primavera y mínimos en verano (FERNÁNDEZ *et al.*, 1991b), en contra de lo observado para *L. arcuatus* en cuyas capturas se aprecian bruscas diferencias temporales entre las zonas de playa y de batea (FREIRE *et al.*, 1991b).

- **Estructura de la población.** Al menos durante una parte del ciclo anual existen diferencias espaciales y temporales en la proporción sexual de *L. arcuatus* y *L. depurator* en la Ría de Arousa, principalmente en aquellas tallas que han alcanzado la madurez y en los meses con un mayor número de hembras ovígeras (FERNÁNDEZ *et al.*, 1991b; FREIRE *et al.*, 1991b). Patrones similares han sido citados para el Mediterráneo, tanto para *L. arcuatus* (STEVICIC, 1987) como para *L. depurator* (ABELLÓ, 1986, 1989a; MORI & ZUNINO, 1987).

En cuanto al reclutamiento al arte, existen diferencias entre las dos especies puesto que mientras *L. depurator* parece reclutarse en la parte medio-externa de la ría durante los meses de agosto-septiembre (FERNÁNDEZ *et al.*, 1991b) al igual que ocurre para la costa catalana (ABELLÓ, 1986) y para el Mar de Ligur (MORI & ZUNINO, 1987) (en ambas zonas se observan individuos jóvenes principalmente de mayo a septiembre), *L. arcuatus* presenta dos reclutamientos en las zonas de cultivo (agosto-septiembre y diciembre) y un único reclutamiento en las zonas de

playa (agosto-septiembre) (FREIRE *et al.*, 1991b).

Existe asimismo una gran variabilidad entre las diferentes áreas geográficas estudiadas en los tamaños mínimos y máximos de los individuos capturados de ambas especies.

- **Relaciones biométricas.** Las ecuaciones de la relación biométrica anchura-longitud del caparazón propuestas para machos y hembras son significativamente distintas tanto en *L. arcuatus* y *L. depurator*, presentando los machos una mayor longitud que las hembras a una misma anchura del caparazón (FERNÁNDEZ *et al.*, 1991b; FREIRE *et al.*, 1991b), contrariamente a lo observado por ABELLÓ (1986) y ABELLÓ *et al.* (1990) para *L. depurator*.

Dichas diferencias se mantienen en la relación anchura del caparazón/peso húmedo del ejemplar para *L. arcuatus* (FREIRE *et al.*, 1991b), no siendo observadas dichas diferencias para *L. depurator* en la Ría de Arousa (FERNÁNDEZ *et al.*, 1991b) aunque sí se observan en los individuos de la costa catalana diferencias en función del estado de muda y del estado sexual de las hembras (ABELLÓ, 1986). En ambas especies el incremento en talla predomina sobre el incremento en peso.

- **Heteroquelia.** Todos los autores que han estudiado este aspecto coinciden en señalar que es fundamentalmente la quela derecha la que presenta con mayor frecuencia una morfología robusta en ambos sexos.

- **Ciclo reproductivo.** En general todos los autores indican la existencia de una marcada estacionalidad proponiéndose dos puestas anuales para ambas especies. En la Ría de Arousa estas dos puestas coincidirían en los meses de febrero-marzo y de julio para *L. arcuatus* apareciendo hembras ovígeras de enero a agosto (FREIRE *et al.*, 1991b) de modo semejante a lo propuesto por STEVCIC (1987) para el Mediterráneo.

En el caso de *L. depurator* los máximos se producen en enero (el más

importante) y mayo (FERNÁNDEZ *et al.*, 1991b), observándose hembras ovígeras todo a lo largo del año como también sucede en las costas catalanas (ZARIQUIEY, 1968; ABELLÓ, 1986, 1989a) en el Mar de Ligur (MORI & ZUNINO, 1987) y en las costas del sudeste de la Península Ibérica (GARCÍA-RASO, 1984; GUILLÉN-NIETO, 1990). En latitudes superiores, sólo aparecen hembras ovígeras de *L. depurator* en unos determinados meses del año (ALLEN, 1967; CHRISTIANSEN, 1969; INGLE, 1983).

- **Talla de madurez.** La talla de madurez de *L. arcuatus* en el área de estudio del presente trabajo ha sido únicamente estimada para las hembras mediante datos relativos a la presencia de hembras ovígeras en función de la talla, citándose una talla de 21-22 mm de anchura de caparazón (FREIRE *et al.*, 1991b). No se conocen datos sobre la talla de madurez para otras zonas geográficas y tan solo se cita para el Mediterráneo una anchura mínima de 11 mm de anchura de caparazón para una hembra ovígera de *L. arcuatus* (STEVČIC, 1987).

En el caso de *L. depurator*, ABELLÓ (1986) cita para Cataluña una talla de madurez aproximada para las hembras de 18-20 mm de longitud de caparazón y de menos de 20mm de longitud del caparazón para los machos, basándose en criterios de índole biológica (presencia de huevos y desarrollo ovárico en las hembras, y presencia de espermátóforos en los vasos deferentes para los machos). En un trabajo posterior basando en criterios morfométricos y siguiendo el método propuesto por SOMERTON (1980a) se propone una talla de madurez de 23.40, mm de longitud del caparazón para los machos (ABELLÓ *et al.*, 1990). También para el Mediterráneo, MORI & ZUNINO (1987) proponen una talla de madurez de 30 mm de anchura de caparazón para los machos y de 24 mm para las hembras sin aclarar el tipo de criterio utilizado.

En la Ría de Arousa la madurez sexual de las hembras de *L. depurator* se situaría alrededor de los 28-30 mm de anchura de caparazón siguiendo criterios estrictamente reproductivos (FERNÁNDEZ *et al.*, 1991b).

En todos los casos, ambas especies parecen alcanzar la madurez durante su

primer año de vida postlarvaria teniendo en cuenta las respectivas tasas de crecimiento propuestas.

- **Fecundidad.** El número de huevos por puesta que se ha propuesto para *L. depurator* en el Mar Mediterráneo varía desde los 30.000 a los 230.000 huevos en las costas catalanas (ABELLÓ, 1989a) y entre los 25.000 y los 140.000 en el Mar de Ligur (MORI & ZUNINO, 1987), observándose una clara correlación positiva entre el número de huevos y el tamaño de la hembra. No se conocen datos referentes a *L. arcuatus* en ninguna zona de su área de distribución.

- **Crecimiento.** El estudio de las curvas de crecimiento de ambas especies se ha realizado principalmente en base al análisis de la distribuciones polimodales de frecuencia de tallas en función de su evolución a lo largo del tiempo. Para la Ría de Arousa *L. arcuatus* presenta mayor tasa de crecimiento en las zonas de batea que en las de playa para el reclutamiento de agosto-septiembre (FREIRE *et al.*, 1991b). *L. depurator* por el contrario no presenta diferencias significativas en el crecimiento entre las zonas de cultivo de mejillón estudiadas (FERNÁNDEZ *et al.*, 1991b), siendo mayores las tasas de crecimiento propuestas para la ría que para las costas catalanas (ABELLÓ, 1986).

Se aprecia para las dos especies un mayor crecimiento en los machos que en las hembras, relacionado posiblemente con la diferencias de gasto energético existente en los aspectos reproductivos de ambos sexos.

- **Ciclo de muda.** Tanto para *L. arcuatus* como para *L. depurator* el ciclo de muda presenta diferencias temporales más claras para las hembras que para los machos, ya que a lo largo de todo el ciclo anual se capturan machos mudando, sea cual sea el área geográfica motivo del estudio (ABELLÓ, 1986, 1990; STEVCIC, 1987; FERNÁNDEZ *et al.*, 1991b).

- **Migraciones.** Ha sido citada la posibilidad de que tanto *L. arcuatus* como *L.*

depurator presenten migraciones que podrían ser la causa de las diferencias estacionales observadas en las capturas (ABELLÓ, 1986; MORI & ZUNINO, 1987; STEVCIC, 1987). Se cree que en la Ría de Arousa *L. depurator* se mueve de zonas internas de batea hacia zonas más externas, realizando esta migración principalmente las hembras que buscarían un sedimento característico para realizar la puesta (FERNÁNDEZ *et al.*, 1991b). Por el contrario se cree que *L. arcuatus* realiza movimientos desde las zonas de playa a zonas de batea próximas con el fin de obtener alimento (FREIRE *et al.*, 1991b).

- **Alimentación.** Los principales componentes de la dieta de *L. arcuatus* en las diferentes áreas estudiadas lo constituyen alimentos de naturaleza vegetal (*Posidonia*, *Zostera*, algas ulvales, etc.) y los crustáceos (STEVCIC, 1987; CHESSA *et al.*, 1989; FREIRE *et al.*, 1990, 1991a; FERNÁNDEZ *et al.*, 1991a), aunque en las áreas de batea de la Ría de Arousa es el mejillón el componente dominante (FREIRE *et al.*, 1990, 1991a; FREIRE, 1993).

En nuestra zona de estudio la dieta de *L. depurator* está compuesta principalmente de crustáceos, en particular por el anomuro *Pisidia longicornis*, ocupando el mejillón el segundo lugar en importancia. ABELLÓ (1986) y ABELLÓ & CARTES (1987) en las costas catalanas también observan que son los crustáceos el principal componente de la dieta, seguido de peces de pequeño tamaño. Por contra HALL *et al.* (1990) en las costas de Escocia cita a los poliquetos y a diferentes tipos de algas en primer lugar, seguidos por los moluscos y los crustáceos.

Todos ellos observan diferencias espaciales y temporales en la dieta de ambas especies, así como diferencias en función de la talla de los individuos.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. ESTACIONES DE MUESTREO

La elección de las diferentes estaciones de muestreo se ha realizado buscando aquellas áreas de la Ría de Arousa en las que la abundancia de las dos especies estudiadas, *L. arcuatus* y *L. depurator*, fuera máxima y que al mismo tiempo garantizaran que los distintos hábitats que ocupan dichas especies, estuvieran claramente caracterizados. Para ello nos hemos basado en los numerosos estudios previos que se han llevado a cabo en la Ría de Arousa sobre la biología de las poblaciones y la estructura de las comunidades megabentónicas de especies de crustáceos decápodos (CHESNEY & IGLESIAS, 1979; IGLESIAS, 1981; GONZÁLEZ-GURRIARÁN, 1982a; 1985a; ROMERO *et al.*, 1982; FERNÁNDEZ *et al.*, 1991b; FREIRE *et al.*, 1991b).

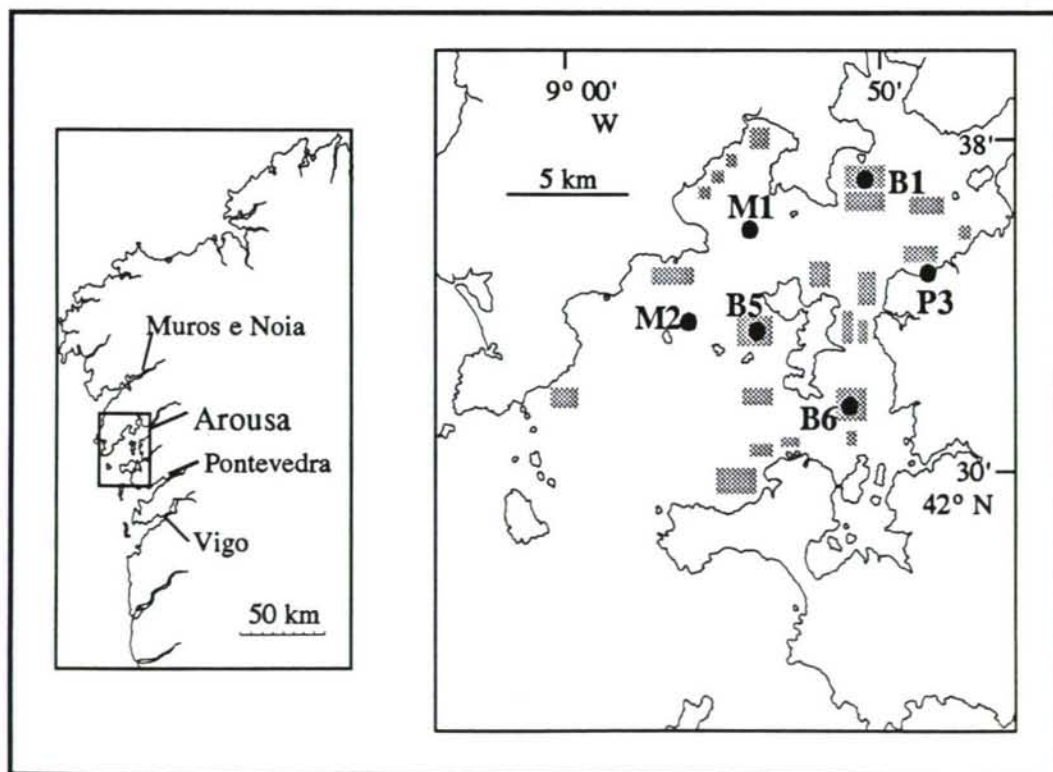


Fig. 2.1.1. Localización de las estaciones de muestreo en la Ría de Arousa

Un total de 6 estaciones de muestreo, representativas de tres tipos de hábitats (áreas dedicadas al cultivo de mejillón en batea, zonas de playa y áreas del canal central de la ría), fueron finalmente escogidas (Fig.2.1.1.) aunque no en todas las estaciones se capturaron ejemplares de las dos especies estudiadas (Tabla 2.1.1.). La nomenclatura que se siguió para denominar dichas estaciones de muestreo se corresponde con la utilizada previamente en otros estudios por GONZÁLEZ-GURRIARÁN (1982a), FERNÁNDEZ *et al.* (1991b) y FREIRE *et al.* (1991b) para la Ría de Arousa.

Tabla 2.1.1. Estaciones de muestreo seleccionadas, indicándose en cuales se capturaron individuos de *L. arcuatus* y de *L. depurator*, así como el tipo de hábitat, localización y profundidad de cada una de ellas.

ESTACION	CARACTERÍSTICAS	PROF (m)	<i>L. arcuatus</i>	<i>L. depurator</i>
B1	Área de cultivo de mejillón - Parte interna	10 - 20	-	+
B5	Área de cultivo de mejillón - Parte medio-externa	20 - 30	-	+
B6	Área de cultivo de mejillón - Orilla sureste	10 - 20	+	-
M1	Área de canal central - Parte interna	20 - 30	-	+
M2	Área de canal central - Parte medio-externa	40 - 60	-	+
P3	Área de playa - Parte interna	3 - 5	+	-

2.1.1. CARACTERÍSTICAS Y LOCALIZACIÓN

1. Estaciones de cultivo de mejillón en batea. Estas estaciones van a presentar una serie de características propias, causadas en mayor o menor medida por el propio cultivo, y las actividades que este conlleva que las hace asemejarse entre sí. Dicha semejanza se refleja sobre todo a nivel bentónico, debido al gran número de organismos (sobre todo epifauna procedente de las cuerdas colgantes de las bateas) y de materiales no orgánicos (restos de cuerdas de cultivo, bateas hundidas, etc.) que se acumulan en los fondos de los polígonos de cultivo. Este hecho favorece la creación de zonas de refugio y de nuevos hábitats que van a ser aprovechados por muchos de los organismos móviles que viven en sus fondos, entre los cuales se hallan las especies estudiadas.

Finalmente se escogieron 3 estaciones de cultivo de mejillón en batea denominadas

B1, B5 y B6, con la intención de que, en función de su distinta localización geográfica, reflejaran la variabilidad ambiental existente dentro de la Ría, la cual incide directamente sobre diferentes aspectos de la biología de *L. arcuatus* y *L. depurator* tales como la estructura de las comunidades, su ciclo reproductivo, el crecimiento de las poblaciones, etc. Las principales características de estas estaciones son:

- **Estación B1.** Se sitúa en la orilla norte y en la parte más interna de la Ría (Fig.2.1.1.). Su profundidad oscila entre los 10 y 20 metros. Es una zona cercana a la desembocadura de diferentes ríos, lo que se refleja en fluctuaciones periódicas de salinidad. Sus fondos están claramente transformados debido al intenso cultivo de mejillón dominando los sedimentos fangosos, los cuales en toda la parte interna de la Ría de Arousa pueden presentar en ocasiones problemas de anoxia (LÓPEZ-JAMAR, 1982). La holoturia *Aslia lefevrei* presenta densidades muy elevadas en esta estación siendo el componente principal de la megafauna.

- **Estación B5.** Está situada en la orilla oeste de la Illa de Arousa, hacia la parte externa de la Ría (Fig. 2.1.1), presentando pues una marcada influencia oceánica aumentada por la inexistencia de aportes fluviales que se refleja en una estabilidad de la salinidad. Su profundidad se sitúa entre los 20-30 metros. Sus fondos son areno-fangosos y en ellos aparece un gran número de organismos que se asocian a las cuerdas de cultivo de las bateas y entre los que domina el anomuro *Pisidia longicornis*. Otros organismos que se observan en gran abundancia son los equinodermos *Asterias rubens* y *Psamechinus miliaris*, el decápodo *Necora puber* y sobre todo en los meses estivales macroalgas laminariales como *Laminaria saccharina* y *Sachoryza polyschides*.

- **Estación B6.** Se localiza en la llamada Ensenada do Bao, entre la Illa de Arousa y la península de O Grove en la orilla sureste de la Ría (Fig.2.1.1). Su profundidad se sitúa en torno a los 10-20 metros y sus fondos son arenosos o areno-fangosos, poco transformados debido a que un gran número de las bateas existentes en este

área de cultivo se han dedicado al cultivo de ostra. De todos modos el cultivo de mejillón ha ido progresivamente ganándole terreno al de ostra y en la actualidad es el que domina dentro del polígono. Por todo ello sus características no son del todo equiparables a las de una estación típica de cultivo de mejillón en batea, observándose una gran abundancia de algas verdes (sobre todo en los meses de primavera-verano) como en las zonas de playa. Aun así, los organismos procedentes de las bateas son abundantes en sus fondos, dominando las ascidias, el holoturoideo *Aslia lefevrei* y el anomuro *Pisidia longicornis*.

2. Estaciones de playa. Tan solo se escogió una estación de playa denominada P3:

- **Estación P3.** Llamada Praia das Sinas. Se sitúa en la orilla sur de la Ría, hacia la mitad interna de la misma (Fig.2.1.1), por lo que como sucede en todas aquellas estaciones de la parte interna, presentará de modo estacional acusadas variaciones de salinidad debido sobre todo a influencias fluviales (GÓMEZ-GALLEG0, 1971; 1975; IGLESIAS & NUNES, 1982). Su profundidad es escasa (3-5 metros) de manera que el régimen mareal va a tener también gran importancia. Dada la inexistencia de bateas de cultivo de mejillón, presenta fondos arenosos sin transformar. En primavera y verano se observa una elevadísima biomasa de algas verdes (*Cladophora* spp., *Enteromorpha* spp., *Ulva* spp., *Chaetomorpha* spp.) que es bastante menor en el otoño e invierno.

3. Estaciones de canal central. Se escogieron 2 estaciones (M1 y M2) en función de su localización (interna y media respectivamente) en el eje longitudinal de la Ría, no muestreándose la parte externa del canal debido a la escasa presencia de ejemplares de *L. arcuatus* y *L. depurator* que presenta (datos tomados de estudios previos). Son zonas de gran profundidad (hasta 70 metros) y en las cuales las corrientes del fondo juegan un destacado papel en la distribución de la epifauna bentónica (mayormente suspensívora o detritívora) así como en su baja densidad.

- **Estación M1.** Situada en la parte interna (Fig.2.1.1) por lo que presenta una importante influencia fluvial y con fondos fangosos de entre 20-30 metros. Las especies de ascidias *Phallusia mamillata* y *Ciona intestinalis*, junto con ofiuroides y algún briozoo, destacan entre la fauna epibentónica por su abundancia.
- **Estación M2.** Presenta una menor influencia fluvial y una mayor profundidad (40-60 metros) que M1 debido a su situación más externa (parte media de la Ría) (Fig.2.1.1). Presenta por lo general niveles muy bajos de biomasa, tanto de megafauna sésil como móvil.

2.2. CARACTERÍSTICAS DEL MUESTREO

2.2.1. ESTRATEGIA DE MUESTREO

Se realizó un muestro de todo un ciclo anual con el fin de estudiar todos aquellos aspectos del ciclo biológico de *L. arcuatus* y *L. depurator* ligados de algún modo a cambios temporales y espaciales como son el ciclo reproductivo, ciclo de muda, estructura de las poblaciones, etc.

Con la excepción de Diciembre de 1989 en que las condiciones meteorológicas impidieron llevar a cabo el muestreo, se muestrearon mensualmente todas las estaciones desde Julio de 1989 a Junio de 1990. Todas las estaciones de muestreo eran visitadas a lo largo de dos días entre las 8 y 15 horas, realizándose en cada una de ellas un número de lances determinado (entre 1 y 5) que variaba en función de que el número de ejemplares capturados por lance fuera una muestra suficiente para llevar a cabo el estudio de todos los aspectos que se contemplaban (Tabla 2.2.1.).

Tabla 2.2.1. Muestreo del ciclo anual (Julio 1989 - Junio 1990). Número de lances realizados en cada estación y mes. Se indica la hora local de inicio del muestreo en cada estación.

Estación	Fecha	Hora inicio	Lances	Estación	Fecha	Hora inicio	Lances
Julio 1989				Enero 1990			
B1	03-Jul-89	09:01	4	B1	12-Ene-90	09:39	3
B5	03-Jul-89	12:34	4	B5	12-Ene-90	14:41	4
B6	04-Jul-89	10:28	3	B6	13-Ene-90	10:23	4
M1	04-Jul-89	12:27	3	M1	13-Ene-90	12:54	2
M2	03-Jul-89	10:49	3	M2	12-Ene-90	12:06	2
P3	04-Jul-89	08:27	1	P3	13-Ene-90	08:44	3
Agosto 1989				Febrero 1990			
B1	03-Ago-89	08:52	4	B1	13-Feb-90	08:45	4
B5	03-Ago-89	12:40	2	B5	13-Feb-90	12:36	4
B6	04-Ago-89	10:56	2	B6	12-Feb-90	10:10	5
M1	04-Ago-89	12:41	3	M1	12-Feb-90	12:27	3
M2	03-Ago-89	10:42	4	M2	13-Feb-90	10:35	4
P3	04-Ago-89	09:26	2	P3	12-Feb-90	08:36	3
Septiembre 1989				Marzo 1990			
B1	11-Sep-89	09:00	4	B1	15-Mar-90	08:50	4
B5	11-Sep-89	13:16	2	B5	15-Mar-90	12:26	3
B6	12-Sep-89	10:02	3	B6	16-Mar-90	09:49	5
M1	12-Sep-89	12:17	3	M1	16-Mar-90	12:20	3
M2	11-Sep-89	11:33	3	M2	15-Mar-90	10:28	4
P3	12-Sep-89	08:33	2	P3	16-Mar-90	08:14	3
Octubre 1989				Abril 1990			
B1	13-Oct-89	08:51	4	B1	16-Abr-90	08:47	4
B5	13-Oct-89	12:56	3	B5	16-Abr-90	12:02	5
B6	14-Oct-89	10:35	4	B6	17-Abr-90	09:51	5
M1	14-Oct-89	12:48	3	M1	17-Abr-90	12:05	3
M2	13-Oct-89	11:00	3	M2	16-Abr-90	10:22	4
P3	14-Oct-89	08:27	2	P3	17-Abr-90	08:25	3
Noviembre 1989				Mayo 1990			
B1	07-Nov-89	09:02	4	B1	14-May-90	08:42	4
B5	07-Nov-89	12:26	3	B5	14-May-90	12:27	4
B6	08-Nov-89	10:16	4	B6	15-May-90	10:13	5
M1	08-Nov-89	12:22	3	M1	15-May-90	13:13	3
M2	07-Nov-89	11:00	3	M2	14-May-90	10:40	4
P3	08-Nov-89	08:28	2	P3	15-May-90	08:23	4
				Junio 1990			
				B1	07-Jun-90	09:20	4
				B5	07-Jun-90	15:13	4
				B6	08-Jun-90	10:41	4
				M1	08-Jun-90	13:31	2
				M2	07-Jun-90	12:41	3
				P3	08-Jun-90	08:17	4

2.2.2 METODOLOGÍA DEL MUESTREO

Para llevar a cabo el muestreo fue empleado un "bou de vara" con una abertura efectiva de 4 m. y una luz de malla de 1cm. en el sobrecopo. Este arte de arrastre es similar

a los empleados con anterioridad en los distintos estudios que sobre megafauna de las rías gallegas han sido realizados (CHESNEY & IGLESIAS, 1979; GONZÁLEZ-GURRIARÁN, 1982; IGLESIAS, 1981; OLASO, 1982; FERNÁNDEZ *et al.*, 1991b; FREIRE *et al.*, 1991b).

Un barco dedicado a la pesca comercial que faena habitualmente en la zona fue empleado durante el muestreo. Desde el momento en que el arte comenzaba a ser arrastrado por el fondo hasta el momento en que se iniciaba su recogida transcurrían 10 minutos para cada lance a la velocidad de 1 nudo, estimándose esta duración y velocidad la más adecuada para obtener un tamaño de muestra conveniente, evitándose los problemas de colmatación de la red que producirían una reducción en la efectividad del arte. La superficie arrastrada ha sido estimada en estudios previos (HAEDRICH & HAEDRICH, 1974; CHESNEY & IGLESIAS, 1979; GONZÁLEZ-GURRIARÁN, 1982a) en 800 m² por lance.

Una vez a bordo el arte y después de cada lance, los ejemplares capturados eran separados, contados y fijados en formol al 4% neutralizado. Ya en el laboratorio y tras 24-48 horas de fijación las muestras formolizadas se conservaban en alcohol al 70%.

2.3. MÉTODOS DE ESTUDIO EN LABORATORIO

Todos los individuos de *L. arcuatus* y *L. depurator* capturados a lo largo del ciclo anual (Tabla 2.3.1.) han sido analizados dentro de alguno de los aspectos contemplados en el estudio.

De cada uno de los ejemplares se tomaron los siguientes datos:

- **Medidas morfométricas:** A cada uno de los ejemplares se le tomaron las siguientes medidas con una aproximación de 0.1 mm utilizando calibres vernier y digitales (Fig.2.3.1.): anchura cefalotorácica (AC), medida entre el 5º par de

Tabla 2.3.1. Número de ejemplares de cada especie capturados por estación y mes.

ESTACIONES	<i>Liocarcinus arcuatus</i>			<i>Liocarcinus depurator</i>			
	B1	B6	P3	B1	B5	M1	M2
Julio 1989	44	190	664	60	331	21	14
Agosto 1989	58	186	549	51	323	7	15
Septiembre 1989	2	102	717	13	179	4	19
Octubre 1989	16	200	668	6	283	3	3
Noviembre 1989	25	74	523	25	432	3	18
Diciembre 1889	----	----	----	----	----	----	----
Enero 1990	9	125	717	14	390	1	20
Febrero 1990	39	89	395	23	290	2	17
Marzo 1990	16	357	586	8	603	3	25
Abril 1990	12	436	506	5	438	15	24
Mayo 1990	40	448	79	2	207	11	11
Junio 1990	65	405	40	2	217	7	25
Total	326	2612	5444	209	3693	77	191

espinas anterolaterales y longitud del cefalotórax (LC), medida desde las espinas frontales hasta el margen posterior del caparazón; longitud del propodio de las quelas (quela derecha: LQD; quella izquierda: LQI), altura, incluyendo la espina situada en la inserción del dácilo (derecha: ALQD; izquierda: ALQI) y anchura (ANQD y ANQI); longitud del primer pleópodo en machos (PLEO); y anchura abdominal en las hembras, medida en el 4º, 5º, 6º y entre el 5º y 6º segmentos abdominales (SEG4, SEG5, SEG6 y SEG56, respectivamente) (Fig.2.3.1). El rango de tallas de los individuos medidos es de 8.5-66.5 mm AC en machos y 6.8-52.5 mm AC en hembras para *L. depurator* mientras que para *L. arcuatus* ha sido de 4.8-43.9 mm AC en machos y 6.4-42.3 mm AC en hembras.

- **Heteroquelia:** En función del tamaño y de la morfología de la dentición se diferenció entre quella robusta o rompedora y quella fina o cortadora. El dácilo móvil de la pinza robusta tiene una dentición molariforme, con un prominente diente molar cerca de su inserción con el propodio, mientras la quella fina presenta una dentición aserrada utilizada preferentemente para cortar y es ligeramente más pequeña que la rompedora (AP RHEINALT & HUGHES, 1985; ABELLÓ *et al.*, 1990).

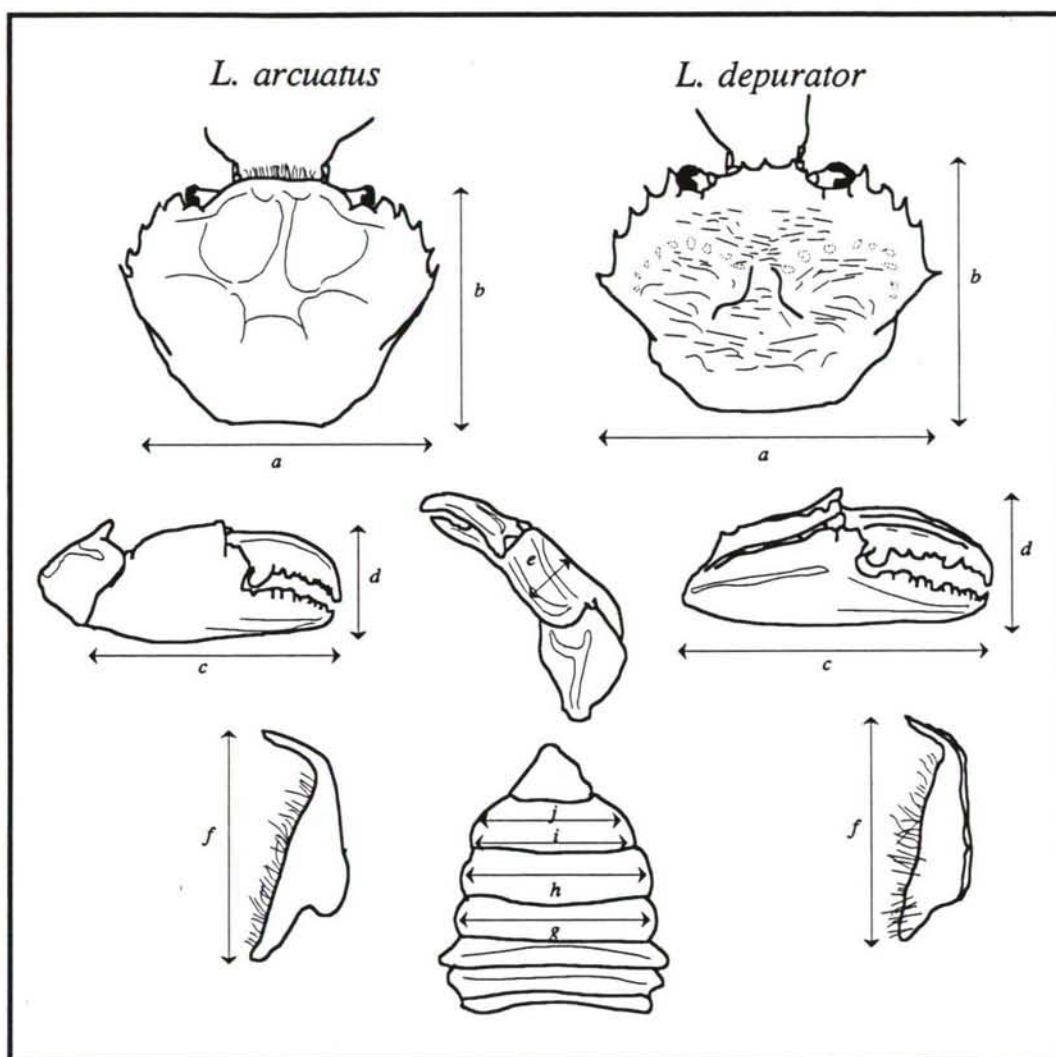


Fig. 2.3.1. Medidas tomadas en *L. arcuatus* y *L. depurator*. AC, anchura cefalotorácica; LC, longitud del caparazón; LQD y LQI, longitud de la quela derecha e izquierda respectivamente; ALQD y ALQI, altura de las quelas respectivas; ANQD y ANQI, anchura de las quelas respectivas; PLEO, longitud del 1º pleópodo de los machos; SEG4, SEG5, SEG6 y SEG56, anchura de los segmentos abdominales 4º, 5º, 6º y entre el 5º y 6º respectivamente en las hembras.

- **Peso húmedo corporal:** Todos los ejemplares fueron pesados al 0.1 gr más cercano. En el caso de aquellos ejemplares que presentaban apéndices en proceso de regeneración o carecían de alguno de ellos, el peso húmedo se calculó empleando la relación alométrica talla/peso determinado con anterioridad en diferentes trabajos sobre ambas especies en esta misma zona (FERNÁNDEZ *et al.*, 1991b; FREIRE *et al.*, 1991b) (Tabla 2.3.2.).

Tabla 2.3.2. Parámetros de la ecuación alométrica $\text{Peso húmedo} = a \cdot \text{Anchura del caparazón}^b$ para ambas especies y sexos (ajuste realizado por el método de mínimos cuadrados tras una transformación logarítmica).

Especie	Sexo	a	b
<i>L. arcuatus</i>	Machos	0.00065	2.792
	Hembras	0.00139	2.536
<i>L. depurator</i>	Machos	0.00042	2.836
	Hembras	0.00057	2.745
Datos de Freire et al. (1991) para <i>L. arcuatus</i> y de Fernández et al. (1991) para <i>L. depurator</i> .			

- **Sexo:** Se han separado los machos de las hembras

- **Estado de madurez gonadal:** En el estudio del estado gonadal de las hembras se han establecido 5 estados fundamentalmente en función de su desarrollo, basándonos en dos tipos de criterios:

a) Siguiendo los criterios establecidos previamente por diferentes autores en estudios realizados en distintas especies de Portúnidos (GONZÁLEZ-GURRIARÁN, 1985a; ABELLÓ, 1986; 1989a; ABELLÓ *et al.*, 1990; CHOY, 1988). Los criterios seguidos por estos autores son en su mayor macroscópicos y abarcan diferentes aspectos morfológicos de las gónadas (tamaño, color, etc.).

b) Análisis histológicos llevados a cabo sobre una submuestra de 25 hembras por especie, abarcando la totalidad de estados y un amplio rango de tallas. Para realizar los cortes histológicos, se obtenía una muestra en fresco de la gónada procurando que fuera siempre de la misma zona, puesto que pueden existir diferencias en el desarrollo gonadal entre distintas zonas del ovario (TAN-FERMIN & PUDADERA, 1989). La muestra era introducida en liquido de Bouin durante 24-48 horas para su fijación. Secciones parafinadas de 7 μm de grosor fueron cortadas con un microtomo y coloreadas con el método del Tricromo de Masson. El diámetro de 20 ovocitos que

presentaban el núcleo completo (Fig. 2.3.2) fue medido al microscopio (20x), anotándose asimismo las principales características observadas.

Los 5 estados finales establecidos en base a ambos criterios y sus principales características fueron los siguientes:

- ESTADO I - Previtelogénesis. Gónada inmadura o en reposo, con aspecto de túbulos finos blanquecinos. La talla de los ovocitos varía entre $58,7\mu\text{m}$ y $100,8\mu\text{m}$ ($\bar{x}=80,7\mu\text{m}$) en *L. arcuatus* y entre $64,6\mu\text{m}$ y $98,1\mu\text{m}$ ($\bar{x}=75,9\mu\text{m}$) en *L. depurator*. En un corte transversal del ovario se distingue una región central formada principalmente por oogonias, de la cual irradian ovocitos en previtelogénesis (Fig. 2.3.4). Se caracteriza pues este estado por el predominio de oogonias y ovocitos primarios.
- ESTADO II - Vitelogénesis. Inicio de la maduración. Los ovarios han aumentado de tamaño y presentan una coloración amarillo pálido en fresco y parda en los individuos fijados con formol 7%. Los ovocitos han iniciado el acumulo de vitelo y su talla ha aumentado encontrándose entre $91,9\mu\text{m}$ y $145,8\mu\text{m}$ ($\bar{x}=115,7\mu\text{m}$) en *L. arcuatus* y entre $89,7\mu\text{m}$ y $136,8\mu\text{m}$ ($\bar{x}=117,6\mu\text{m}$) en *L. depurator*. El número de oogonias presentes es menor.
- ESTADO III - Vitelogénesis final. Ovarios ya maduros y bien desarrollados ocupando la mayor parte de la cavidad cefolotorácica y cubriendo gran parte del hepatopáncreas. Coloración naranja tanto en fresco como tras la fijación. Ovocitos de mayor tamaño aunque todavía no visibles a simple vista. En *L. arcuatus* el tamaño de los ovocitos varía de $112,0\mu\text{m}$ a $154,2\mu\text{m}$ ($\bar{x}=133,2\mu\text{m}$) y de $110,4\mu\text{m}$ a $163,0\mu\text{m}$ ($\bar{x}=134,2\mu\text{m}$) en *L. depurator*. El número de oogonias presentes sigue reduciéndose.

- **ESTADO IV - Puesta.** Gónada totalmente madura y desarrollada, muy cercana a la puesta. Ocupa totalmente la cavidad cefalotorácica (cubriendo el hepatopáncreas y el estómago) y proyectándose hacia la región abdominal anterior. Coloración naranja fuerte en fresco y naranja oscuro tras ser fijada. Los ovocitos han alcanzado gran talla y son ya visibles a simple vista. El tamaño de los ovocitos varía en *L. arcuatus* entre $166.6\mu\text{m}$ y $229.2\mu\text{m}$ ($\bar{x}=183.0\mu\text{m}$) variando en *L. depurator* entre $166.3\mu\text{m}$ y $222.1\mu\text{m}$ ($\bar{x}=185.8\mu\text{m}$). El número de oogonias y ovocitos primarios es prácticamente nulo (Fig.2.3.3).

- **ESTADO V - Postpuesta.** La gónada aparece como un tubo totalmente vacío y transparente. Es un estado de muy corta duración que rápidamente pasa a estado I. En el presente trabajo el estado V se ha asimilado al estado I debido a su prácticamente nula aparición.

En líneas generales se observa durante el desarrollo del ovario, una zona germinal consistente en oogonias y ovocitos jóvenes que se va reduciendo paulatinamente, tanto en su extensión como en el número de los mismos.

En el caso de los machos de la mayor parte de la familia Portunidae, la diferenciación de distintos estados de madurez sexual de las gónadas es muy complicada, puesto que los machos una vez que la alcanzan presentan continuamente espermátóforos en sus vasos deferentes (Fig. 2.3.5), no apreciándose un marcado ciclo sexual (ABELLÓ, 1986; 1989a; GONZÁLEZ-GURRIARÁN, 1985b; CHOY, 1988). Es por ello que no ha sido definido ningún estado para el desarrollo gonadal masculino.

- **Peso húmedo de la gónada femenina:** Para la extracción de la gónada se realizó una incisión en todo el borde del caparazón a nivel dorsal para dejar al descubierto los órganos internos y en concreto la gónada. Bajo una lupa binocular (x40-x100) se extraía la totalidad de la gónada que era depositada en una placa Petri para ser

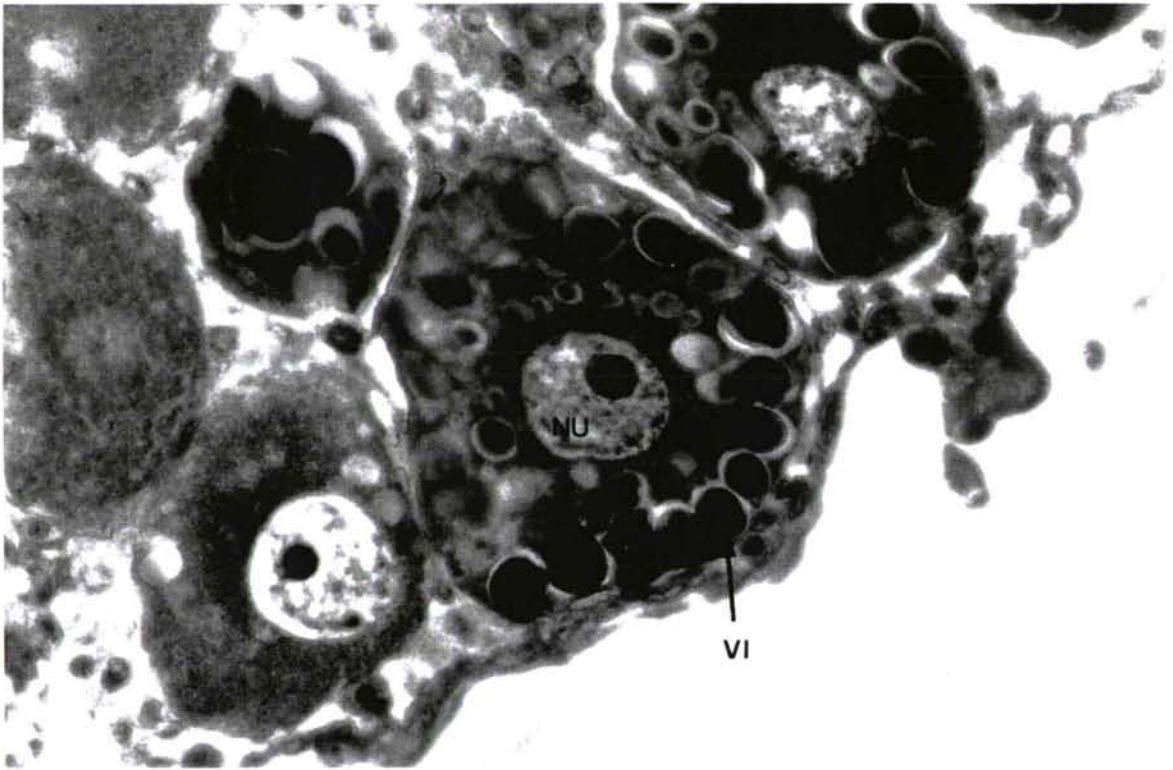


Fig. 2.3.2. Corte transversal de un ovocito de *L. depurator* (X40). se observa el núcleo (NU) y el gran número de vacuolas de vitelo (VI).

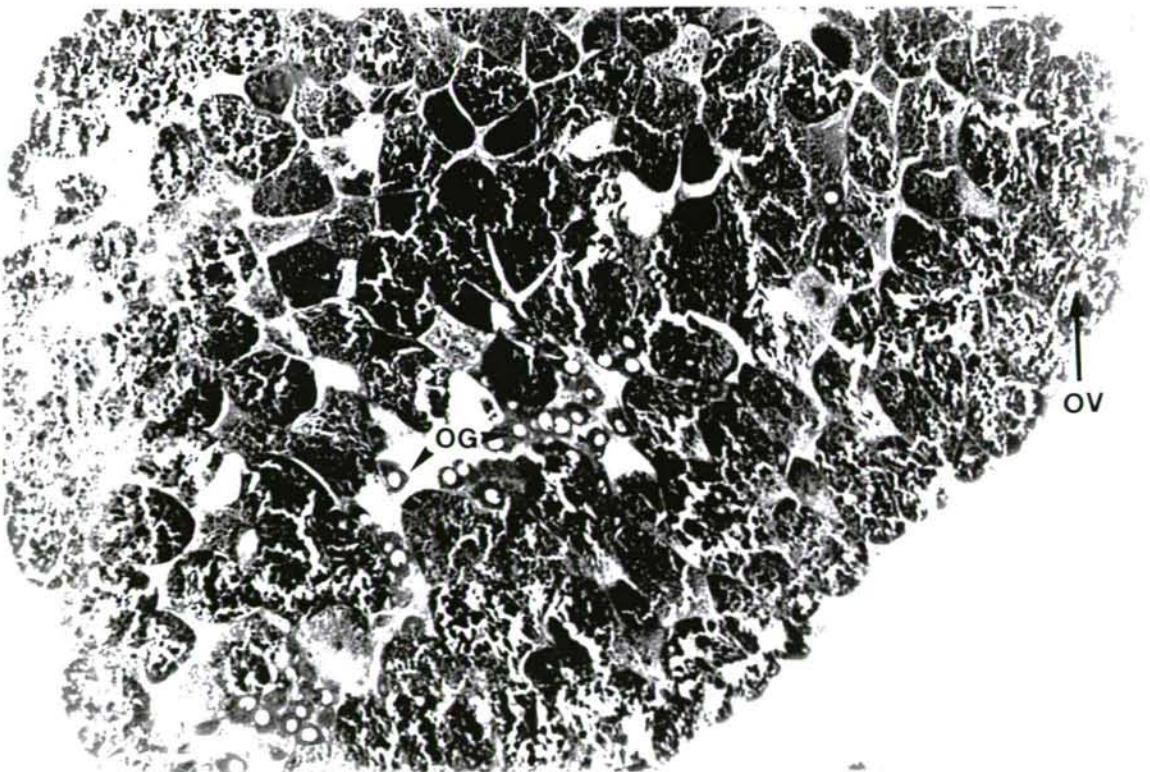


Fig. 2.3.3. Estructura del ovario de *L. depurator* en estado IV y en sección transversal (X4). Se observa que la práctica totalidad de la gónada está formada por ovocitos de gran tamaño (OV), repletos de vitelo y por un pequeño número de oögonias (OG) que permanecen en la región central.

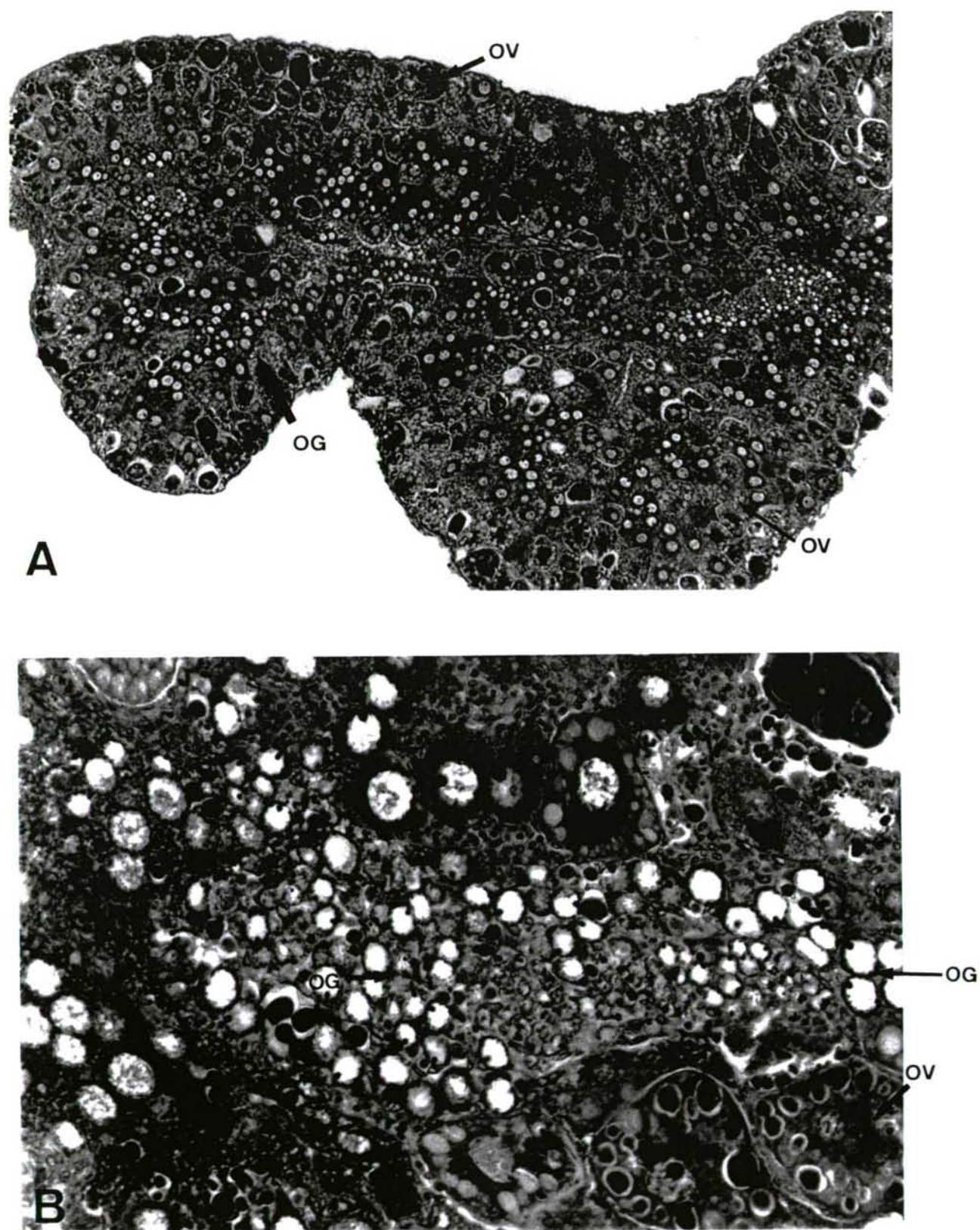


Fig. 2.3.4. Estructura del ovario de *L. depurator* en estado I y en sección transversal. Se observa la región central compuesta principalmente de oögonias (OG) de la cual irradian ovocitos primarios (OV1) y algún ovocito secundario (OV2). A) X4; B) X20

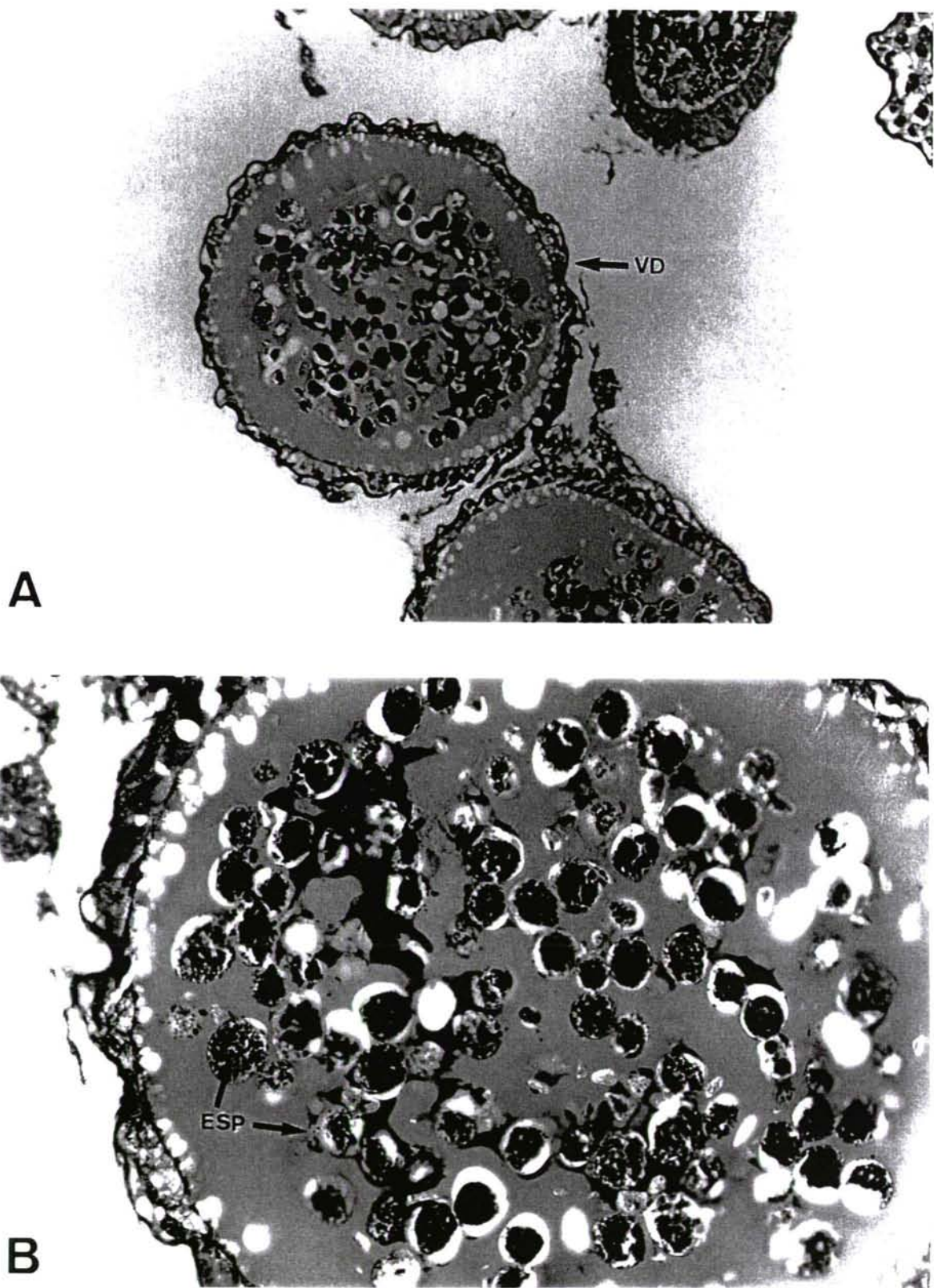


Fig. 2.3.5. Corte transversal de un vaso deferente (VD) de un macho de *L. arcuatus* mostrando la presencia de un gran número de espermatóforos (ESP). A) X4; B) X10.

pesada al 0.1 g más cercano. Para cada hembra se ha calculado el Índice Gonadosomático (I.G.S.) como la relación entre el peso húmedo de la gónada y el peso húmedo total del individuo, ambos en gramos:

$$\text{I.G.S.} = \text{Peso húmedo gonadal (g)} / \text{Peso húmedo corporal (g)}$$

- **Presencia de tapones de esperma** en los orificios sexuales femeninos.

- **Presencia, estado de desarrollo y número de huevos en el abdomen de las hembras:** En aquellos ejemplares que presentaban huevos se determinó el estado de desarrollo de los mismos estableciéndose 3 estados basados en criterios establecidos anteriormente en otros trabajos sobre la Familia Portunidae (ABELLÓ, 1989a; 1989b; GONZÁLEZ-GURRIARÁN, 1985b):

- *Estado I.* Huevos recientemente extrudados. color amarillo claro y sin pigmentación embrionaria visible bajo la lupa binocular.
- *Estado II.* Se inicia la pigmentación del ojo del embrión. La masa de huevos adquiere una coloración parda.
- *Estado III.* Se observa el embrión bien desarrollado con los ojos bien formados y alguna otra pigmentación corporal. Prenacimiento. Coloración oscura.

Se puede establecer una correspondencia entre los estados establecidos en este estudio y los citados por CHOY (1988) para *Necora puber* a su vez adaptados de MEREDITH (1952) y HAEFNER (1978):

Este estudio, Abelló (1989a; 1989b)	Meredith (1952), Haefner (1978), Choy (1988)
Estado I	Estado A - Puesta reciente Estado A+ - Blastodermo reciente Estado B - Gastrulación reciente
Estado II	Estado B+ - Pigmentación del ojo visible
Estado III	Estado C - Líneas externas del caparazón discernibles Estado C+ - Ojo de talla casi final Estado D - Prenacimiento

El estudio de la fecundidad, entendiendo por fecundidad el número de huevos portado por cada hembra en el abdomen se efectuó para la totalidad de hembras ovígeras de *L. arcuatus* capturadas en las estaciones B1, B6 y P3. Para *L. depurator* únicamente se estudió la fecundidad en la estación B5 debido al bajo número de hembras ovígeras capturadas a lo largo del ciclo anual en el resto de estaciones muestreadas.

Los huevos fueron inicialmente separados del abdomen junto con los pleópodos utilizando una tijera. Posteriormente y siguiendo el método descrito por CHOY (1985), los huevos eran sumergidos en una solución de lejía de uso doméstico (4% de Cl_2) diluida al 30%, agitándolos continuamente hasta que se liberaban. Una vez sueltos se retiraban los restos de pleópodos recogiendo la totalidad de los huevos.

De la totalidad de los huevos de cada abdomen se realizaban cuatro submuestras, contándose el número total de huevos de cada una de ellas. Posteriormente se obtenía el peso seco de las submuestras y del resto de la puesta, previo secado a 60-70 °C durante 48 horas. Los pesos secos de los huevos se obtuvieron con una balanza de precisión al 0.0001 g más cercano.

Asimismo se realizaron medidas del diámetro mayor y menor de una submuestra de 20 huevos de cada puesta con la ayuda de un microscopio (100x), con el fin de estimar el volumen medio de los huevos de cada ejemplar usando la siguiente ecuación:

$$V = \pi \cdot d_1^2 \cdot d_2 / 6$$

siendo d_1 el diámetro medio menor y d_2 el diámetro medio mayor.

- **Estado del ciclo de intermuda:** El ciclo de muda de los decápodos se divide

habitualmente en 4 períodos básicos (postmuda, intermuda, premuda y muda) y en 5 estados principales divididos en varios subestados. Este esquema fue inicialmente propuesto por DRACH (1939) y posteriormente DRACH (1944) y DRACH & TCHERNIGOVTZEFF (1967) redefinieron los estados originalmente establecidos para el ciclo de muda de los crustáceos.

Posteriormente estos estados han sido ampliamente modificados por diferentes autores con el fin de aplicarlos a las numerosas especies estudiadas por cada uno de ellos (HAEFNER & VAN ENGEL, 1975; HAEFNER, 1976; GONZÁLEZ-GURRIARÁN, 1977; ANDRIEUX, 1979; VIGH & FINGERMAN, 1985; ABELLÓ, 1986, 1989a; MORIYASU & MALLET, 1986; O'HALLORAN & O'DOR, 1988).

Originalmente se definieron los estados del ciclo de muda en base a la estructura y morfogénesis cuticular y setal, sobre todo a nivel de las piezas bucales. Posteriormente han sido utilizados métodos muy diversos basados tanto en el desarrollo cuticular y setal de diferentes estructuras esqueléticas (pleópodos, segmentos abdominales, dácilo del 5º pereiópodo, maxilas, etc.), como en el nivel de calcificación del exoesqueleto medido en función de la resistencia que ofrecían diversas regiones del caparazón (mero del quelípedo, región subbranquial, etc.) a la presión táctil.

Este último, es un método que permite establecer con gran exactitud en cual de los estados principales se encuentra el ejemplar analizado, y además es mucho más rápido que los anteriores ya que no requiere la utilización de microscopía, por lo que en un período relativamente corto se puede determinar el estado del ciclo de muda de un gran número de individuos y es por todo ello el método que nosotros hemos adoptado. Los estados que hemos establecido y su correspondencia con los estados originalmente propuestos (DRACH & TCHERNIGOVTZEFF, 1967) son los siguientes:

- Estado A. Postmuda Inmediata. Ejemplares que han mudado muy recientemente por lo que presentan un exoesqueleto muy blando (Estado A₁ de DRACH & TCHERNIGOVITZEFF).
- Estado B. Postmuda. Comienza la calcificación del exoesqueleto, el cual presenta una consistencia de papel. Las quelas y los extremos finales de los pereopodos están más endurecidos que el resto del caparazón (Estados A₂-B₂).
- Estado C. Postmuda avanzada. El exoesqueleto solo es flexible en la región pterigostomial del caparazón (Estados C₁ y C₂).
- Estado I. Intermuda. Exoesqueleto rígido y totalmente duro (Estados C₃-D₁).
- Estado D. Premuda. El nuevo esqueleto está completamente formado bajo el viejo. El caparazón se rompe muy fácilmente por la línea epimeral e incluso en ocasiones ya la presenta rota (Estados D₂-D₄).

DRACH & TCHERNIGOVITZEFF (1967) definieron otro estado denominado Estado E o ecdisis, el cual no ha sido establecido en el presente estudio dado que no se ha encontrado ningún ejemplar en dicho estado.

2.1. ANÁLISIS DE DATOS

Abundancia y distribución. El análisis de la variabilidad de las capturas debida a factores bióticos (sexo) y a factores ambientales (hábitat, mes, etc), ha sido llevado a cabo por medio de técnicas de análisis de la varianza (ANOVA) siendo la variable dependiente el número y el peso húmedo de los individuos capturados por lance respectivamente. Además

se ha aplicado un test de comparaciones múltiples de Tukey (UNDERWOOD, 1981; DAY & QUIN, 1989) para realizar comparaciones dos a dos entre las diferentes variables de un factor en aquellos casos en que existen diferencias significativas ($P < 0.05$).

Estructura de la población. En el análisis de la estructura de la población de *L. arcuatus* y *L. depurator* se han establecido en cada una de las estaciones clases de talla de 2 mm de anchura de caparazón. Las posibles diferencias temporales, espaciales y debidas a la talla de la proporción sexual, han sido analizadas mediante un test χ^2 para evaluar las posibles desviaciones de la proporción teórica 1:1. Un test de Kolmogorov-Smirnov ha sido aplicado con el fin de comparar las distribuciones de frecuencias de tallas entre pares de estaciones. Dicho test se aplicó a ambos sexos y en cada uno de los meses muestreados. Finalmente se realizó para cada sexo un análisis de correspondencias sobre las distribuciones de frecuencias de talla mensuales obtenidas en cada una de las estaciones muestreadas con el fin de establecer conjuntamente los patrones de variabilidad espacial y temporal que influyen en la estructura de población de *L. arcuatus* y *L. depurator*.

Morfometría. El calculo de las ecuaciones alométricas que relacionan la anchura del caparazón con la longitud del cefalotórax y con el peso húmedo del individuo se llevó a cabo mediante el ajuste por mínimos cuadrados de la siguiente ecuación alométrica:

$$Y = a \cdot X^b$$

Todos los datos fueron transformados logarítmicamente para dicho ajuste de manera que la ecuación resultante sería:

$$\log_{10} Y = \log_{10} a + b \cdot \log_{10} X$$

siendo la X la anchura del caparazón e Y la variable que representa a la longitud del cefalotórax o al peso corporal respectivamente.

Las respectivas ecuaciones alométricas han sido ajustadas para los ejemplares de cada estación y sexo (machos, hembras no ovígeras y hembras ovígeras en la relación talla-peso). En un principio las constantes de las ecuaciones (pendiente b y ordenada en el origen a) fueron comparadas entre estaciones y entre sexos mediante un análisis de covarianza (ANCOVA), comprobándose mediante los test de Cochran y Barlett-Box que las varianzas residuales obtenidas para ambas relaciones y en ambas especies no eran homogéneas (requisito previo en este tipo de análisis).

Se empleó por ello un método alternativo consistente en trazar las regiones elípticas de la pendiente y ordenada en el origen con un 95% de confianza conjunta (DRAPER & SMITH, 1967; CONAN, 1978). En función del grado de solapamiento existente entre las elipses calculadas se establece la existencia o no de diferencias entre las ecuaciones alométricas a comparar.

La misma ecuación alométrica ($\log_{10}Y = \log_{10}a + b \cdot \log_{10}X$) fue utilizada para establecer la relación existente entre la anchura del caparazón y las diferentes variables del propodio (longitud, altura y anchura) de la morfología robusta y fina respectivamente en cada sexo y en ambas especies. La homogeneidad de varianzas entre grupos fue analizada mediante los test de Cochran y Barlett-Box como paso previo a la aplicación de un análisis de covarianza (ANCOVA), empleado para comparar los parámetros de las ecuaciones (pendiente b y ordenada en el origen a) entre ambas morfologías (robusta y fina) dentro de cada sexo y entre sexos para cada morfología.

Reproducción:

a) Talla de madurez sexual. Dos diferentes tipos de análisis han sido llevados a cabo para estimar la talla de madurez sexual de *L. arcuatus* y *L. depurator*. El primer análisis se basa en criterios de tipo biológico y ha sido aplicado únicamente a las hembras de ambas especies. En este primer método se estima la talla de madurez sexual de las hembras a partir de los porcentajes mensuales de hembras maduras por clase de talla, tomándose como

hembras maduras aquellas que se encontraban grávidas o con un avanzado desarrollo gonadal (estados III y IV). La anchura del caparazón a la cual el 50% de las hembras están maduras, considerando una relación logística entre talla y porcentaje de hembras maduras, es estimada como talla de madurez.

Para realizar el análisis se han agrupado en ambas especies los datos de todas las estaciones y en cada muestra mensual se han establecido clases de talla de 2 mm de anchura de caparazón calculándose en cada clase de talla el porcentaje de hembras maduras. En aquellas muestras mensuales con un amplio rango de tallas y un número suficiente de individuos en las mismas se ajusta una función logística (WENNER *et al.*, 1974; SOMERTON, 1980a):

$$P = 1/[1 + e^{(-r(AC - AC'))}]$$

siendo P el porcentaje de hembras maduras por clase de talla, AC el valor control de la clase de talla, AC' y r parámetros a estimar de la ecuación, siendo AC' la talla a la que P=50% o sea la talla de madurez sexual estimada. El ajuste fue realizado utilizando el programa FHISPARM (SAILA *et al.*, 1988) por métodos de regresión no lineal mediante el algoritmo de Marquardt.

El segundo de los métodos empleado para estimar la talla de madurez sexual de ambas especies se basa en criterios morfométricos, relacionando los cambios observados en el crecimiento relativo de distintas partes corporales con la madurez sexual funcional. Este método fue utilizado para estimar la talla de madurez sexual de machos y hembras de *L. arcuatus* y *L. depurator*. Inicialmente se realizó un análisis de componentes principales para machos y hembras, con el fin de estudiar las relaciones entre variables y la existencia de cambios en el crecimiento relativo de ambos sexos. Para ello, se utilizó la matriz de correlación de las variables transformadas logarítmicamente (\log_{10}).

Como un paso previo al análisis de la existencia de fases en el crecimiento, se

analizaron las relaciones de alometría entre la anchura cefalotorácica y el resto de las variables mencionadas anteriormente. Se ha empleado el modelo alométrico ajustado por regresión de mínimos cuadrados previa transformación \log_{10} :

$$Y = a \cdot CW^b$$

Posteriormente, para comparar los modelos de crecimiento de una fase (modelo alométrico general) y dos fases se ha empleado el método propuesto por GAERTNER & LALOE (1986) (Método 1), una modificación del método de SOMERTON (1980a) (Método 2) y el propuesto por LOVETT & FELDER (1989) (Método 3). Para el método 1 y 2, se ha establecido una talla límite de juveniles (LJ = 15 mm para *L. arcuatus* y 22 mm para *L. depurator* de anchura cefalotorácica respectivamente) por debajo del cual los individuos son considerados inmaduros, y un límite de adultos (LA = 30 mm y 42 mm para *L. arcuatus* y *L. depurator* respectivamente) por encima del cual se considera que los ejemplares son maduros. Estos límites han sido seleccionados en base a criterios fisiológicos y funcionales, y a la información previa existente sobre estas especies en esta misma zona (FERNÁNDEZ *et al.*, 1991b; FREIRE *et al.*, 1991b). Para estos análisis, únicamente se han empleado datos de ejemplares con la quela derecha crusher debido al bajo número de ejemplares con la izquierda crusher.

El método de GAERTNER & LALOE (1986) consiste en ajustar los modelos de una y dos fases empleando solamente datos de ejemplares $CW < LJ$ y $CW > LA$. Los parámetros (pendiente y ordenada en el origen) del modelo de dos fases se obtienen directamente a través de las regresiones realizadas.

En el método modificado de SOMERTON (1980a) se ajusta el modelo de dos fases de crecimiento relativo por regresión no lineal de mínimos cuadrados mediante el algoritmo de Levenberg-Marquardt, utilizando como estimas iniciales de los parámetros las obtenidas por el método de GAERTNER & LALOE (1986). Dado que en el método basado en SOMERTON (1980a), existe una probabilidad alta a priori de detectarse diferencias

significativas (asigna iterativamente los puntos del intervalo LJ-LA recalculando las ecuaciones de ambas fases hasta minimizar la suma de cuadrados residuales por un método no lineal) (GAERTNER & LALOE, 1986), se ha utilizado únicamente para aquellas variables en las que el método de GAERTNER & LALOE (1986) dió resultados significativos.

Los modelos de una y dos fases han sido comparados mediante el estadístico F:

$$F = ((SSR_1 - SSR_2) / 2) / (SSR_2 / (N - P))$$

donde SSR_1 y SSR_2 son respectivamente la suma de cuadrados residuales para el modelo de una y dos fases, N es el número de datos utilizados, y P el número de parámetros en el modelo de dos fases. Este estadístico se distribuye como una F con 2 y N-P grados de libertad.

En ambos métodos los ejemplares en el intervalo LJ-LA son asignados a la fase de juveniles o adultos en función de la distancia a cada una de las dos fases en la dirección del eje Y (en el método de GAERTNER & LALOE se utiliza la proyección de las ecuaciones ajustadas inicialmente). Posteriormente se ajusta una regresión logística mediante el método de máxima verosimilitud para la probabilidad de madurez en función de la anchura cefalotorácica (CW):

$$\text{Prob (madurez)} = 1 / (1 + e^{-(B_0 + B_1 \cdot CW)})$$

donde B_0 y B_1 son parámetros, y la talla de madurez (CW') se define como la CW en que existe una probabilidad=0.5 de ser maduro:

$$CW' = -B_0 / B_1$$

Finalmente, el método propuesto por LOVETT & FELDER (1989) (Método 3)

consiste en el análisis de la suma total de cuadrados residuales en función del punto de corte entre ambas fases, a lo largo del rango de tallas. El punto en el cual dicha suma sea mínima es considerado como la talla de transición entre juveniles y adultos. Se empleó un aumento de 0.5 mm a lo largo del rango 15-32 mm para *L. arcuatus* y 22-42 mm para *L. depurator* de anchura de caparazón (CW).

b) Ciclo reproductivo. Se han calculado los porcentajes mensuales de los estados de desarrollo gonadal de las hembras de *L. arcuatus* y *L. depurator* capturadas en las diferentes estaciones de muestreo con el fin de analizar el ciclo reproductivo. Para cada estación muestreada se calculó la media y la desviación típica mensuales del índice gonadosomático separadamente para hembras ovígeras y no ovígeras.

Se estimó el número mensual de hembras que presentaban tapones de esperma, relacionándolo con los distintos estados de muda a lo largo del ciclo anual.

c) Ciclo de cría. El análisis del ciclo de cría se ha basado en los porcentajes mensuales de hembras ovígeras con respecto al número total de hembras capturadas en cada estación y para el total, estimándose asimismo los porcentajes mensuales de hembras ovígeras en cada estado de desarrollo de los huevos por separado. Se han obtenido también los porcentajes de hembras ovígeras para cada clase de talla de 2 mm de anchura dentro de todo el rango de tallas capturado.

d) Fecundidad. En ambas especies se calculó la media mensual del número (standarizado según la anchura del caparazón) y del volumen (standarizado según la anchura del caparazón y el número de huevos) de los huevos en cada uno de los estados, para cada estación de muestreo y para el total en el caso de *L. arcuatus*. Asimismo se realizó para *L. arcuatus* un análisis de covarianza (ANCOVA) para testar el efecto del mes y estación de muestreo sobre el número y volumen de los huevos utilizando la totalidad de los datos y aquellos en el estado I de desarrollo. Para *L. depurator* se efectuó un ANCOVA sobre el número de huevos para evaluar el efecto del mes usando únicamente datos referentes a la

estación de muestreo B5 tanto para el conjunto de todas las hembras ovígeras como para las hembras con huevos en el estado I de desarrollo. La anchura del caparazón y el estado de desarrollo de los huevos fueron usados como covariantes en los ANCOVAs del número de huevos del total de ovígeras, y tan solo la anchura del caparazón para el ANCOVA efectuado sobre los huevos en estado I. En los ANCOVAs del volumen de los huevos se empleó como covariable el número y el estado de los huevos para el total de estados y tan solo el número de huevos para el análisis de los huevos en estado I. Los datos del número y volumen de los huevos y talla corporal fueron transformados \log_{10} para estos análisis.

En todas las estaciones estudiadas se calcularon las relaciones mensuales entre la fecundidad y la talla corporal (anchura del caparazón en mm.) para el estado I de desarrollo de los huevos y para el total de datos por medio de una regresión lineal ajustada mediante mínimos cuadrados siguiendo la ecuación alométrica:

$$N^{\circ} \text{ Huevos} = a \cdot \text{Anchura caparazón (mm)}^b$$

Los datos fueron transformados logarítmicamente para calcular la ecuación anterior de modo que quedaría como:

$$\log_{10} N^{\circ} \text{ Huevos} = \log_{10} a + b \cdot \log_{10} \text{ Anchura del caparazón (mm)}$$

Diferentes comparaciones de la pendiente (a) y ordenada en el origen (b) correspondientes a cada estado de desarrollo de los huevos fueron realizadas por medio de un análisis de covarianza (ANCOVA), tras analizar la homogeneidad de varianzas residuales mediante los test de Cochram y Barlett-Box.

Ciclo de muda. En el estudio del ciclo de muda se han analizado las capturas mensuales de los individuos en los distintos estados de muda para cada una de las estaciones y diferenciando ambos sexos. A la hora de estimar las posibles diferencias temporales, espaciales, sexuales y debidas a la talla del ciclo de muda nos hemos basado principalmente

en los individuos capturados en los estados A (postmuda inicial) y B (postmuda) por ser indicadores de una reciente muda. Se realizó también un análisis conjunto de la influencia de los factores anteriormente citados (mes, estación, sexo y talla) ajustándose modelos log-lineales por el método de máxima verosimilitud a tablas de contingencia (EVERITT, 1977) formadas por los factores muda (estados A, B, C, I y D), estación, sexo, y clase de talla con vistas a establecer la asociación existente entre los estados de muda y el resto de factores.

Crecimiento. La tasa de crecimiento de *L. arcuatus* y *L. depurator* ha sido estudiada a partir del análisis de las distribuciones polimodales de frecuencia de tallas obtenidas mensualmente. Este análisis se ha efectuado únicamente para los individuos de ambos sexos de *L. arcuatus* capturados en las estaciones B6 y P3 y de la estación B5 en el caso de *L. depurator*, por ser en estas estaciones en las únicas en que el número de ejemplares capturados mensualmente permite el análisis de las distintas distribuciones de tallas.

Las distribuciones mensuales de frecuencia de tallas de cada sexo y estación fueron analizadas mediante el programa MULTIFAN (OTTER SOFTWARE, 1988; FOURNIER *et al.*, 1990; 1991), el cual utiliza un robusto procedimiento basado en métodos de máxima verosimilitud para estimar la proporción de individuos de cada clase de edad en cada muestra mensual para calcular seguidamente los parámetros de la función de crecimiento de von Bertalanffy:

$$L_{\infty} = L_0(1 - e^{-k(t-t_0)})$$

donde L_{∞} es la talla media máxima que podrían alcanzar los ejemplares de la población, t_0 es la edad teórica correspondiente a la talla 0 y k es una constante de crecimiento estimada.

3. RESULTADOS

3.1. Abundancia y distribución

3.1. ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN

En muchas especies de portúnidos han sido observadas diferencias estacionales y espaciales (en función de la profundidad, tipo de sedimento, etc.) en su distribución y abundancia (DU PREEZ & McLACHLAN, 1984; ABELLÓ, 1986; FERNÁNDEZ *et al.*, 1991b; FREIRE *et al.*, 1991b), habiéndose también citado diferencias en función del sexo (POTTER *et al.*, 1983; DU PREEZ & McLACHLAN, 1984; MORI & ZUNINO, 1987).

En este apartado se pretende estudiar la abundancia y distribución de *L. arcuatus* y *L. depurator* en relación con la estación de muestreo, la época del año y el sexo.

3.1.1. ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DE *Liocarcinus arcuatus*

3.1.1.1. VARIABILIDAD ESPACIAL

De entre todas las estaciones estudiadas en las que se han capturado individuos de *L. arcuatus* es en la estación de bateas dedicadas en su totalidad al cultivo de mejillón B1 y situada en la parte interna de la ría, en donde se alcanzan los valores mínimos de densidad y biomasa de *L. arcuatus* (0.001 ind./m² y 0.004 g/m² en septiembre) (Tablas 3.1.1 y 3.1.2).

Se observa además que durante todo el ciclo anual se mantienen unos valores muy bajos en la densidad y la biomasa, por lo que es también en B1 en donde se producen las densidades medias anuales más bajas (0.009 ind./m² y 0.080 g/m²) (Tablas 3.1.1. y 3.1.2), lo cual se corresponde con el hecho de que tanto el número medio anual como la biomasa media anual de los individuos capturados por lance sea el menor de las tres estaciones analizadas (Fig 3.1.1).

Tabla 3.1.1. Densidad de *Liocarcinus arcuatus* expresada como número de individuos por m² para cada estación y mes muestreado, por sexos y teniendo en cuenta el estado de gravidez de las hembras y el total.

ESTACION B1	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	MEDIA	DT
Ovígeras	0.003	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.001	0.002	0.005	0.002	0.002
No Ovígeras	0.002	0.003	0.000	0.003	0.004	0.003	0.005	0.001	0.001	0.005	0.005	0.003	0.002
Hembras	0.005	0.008	0.001	0.003	0.004	0.003	0.007	0.003	0.002	0.007	0.010	0.005	0.003
Machos	0.009	0.010	0.000	0.002	0.003	0.001	0.005	0.003	0.002	0.005	0.010	0.005	0.004
Total	0.014	0.018	0.001	0.005	0.008	0.004	0.012	0.005	0.004	0.013	0.020	0.009	0.006
ESTACION B6	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	MEDIA	DT
Ovígeras	0.007	0.015	0.004	0.001	0.000	0.002	0.003	0.019	0.008	0.010	0.022	0.008	0.007
No Ovígeras	0.024	0.043	0.020	0.032	0.010	0.016	0.010	0.033	0.038	0.049	0.048	0.028	0.014
Hembras	0.030	0.058	0.023	0.033	0.010	0.018	0.012	0.051	0.046	0.059	0.069	0.037	0.020
Machos	0.049	0.059	0.019	0.030	0.013	0.021	0.010	0.038	0.063	0.053	0.057	0.037	0.020
Total	0.079	0.116	0.043	0.063	0.023	0.039	0.022	0.089	0.109	0.112	0.127	0.075	0.039
ESTACION P3	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	MEDIA	DT
Ovígeras	0.130	0.035	0.023	0.003	0.001	0.023	0.021	0.021	0.050	0.006	0.003	0.029	0.037
No Ovígeras	0.338	0.144	0.169	0.209	0.197	0.148	0.046	0.082	0.067	0.013	0.005	0.129	0.099
Hembras	0.468	0.179	0.189	0.212	0.198	0.171	0.067	0.103	0.167	0.018	0.008	0.162	0.125
Machos	0.363	0.164	0.259	0.205	0.129	0.128	0.098	0.141	0.094	0.007	0.005	0.145	0.104
Total	0.830	0.343	0.448	0.418	0.327	0.299	0.146	0.244	0.211	0.025	0.013	0.300	0.226

Los resultados observados en la estación B6 se diferencian notablemente de los obtenidos en B1 a pesar de que ambas sean estaciones situadas en polígonos con bateas, puesto que B6 presenta unos valores de abundancia (tanto en número de individuos como en biomasa) en general mucho más altos que B1 durante todo el ciclo anual (Tablas 3.1.1 y 3.1.2). Por el contrario, si comparamos los valores observados en B6 con los observados en la estación de playa P3 se aprecia que en la práctica totalidad del ciclo anual (excepto mayo y junio) los valores obtenidos en la estación P3 son superiores a los obtenidos en B6 (Tabla 3.1.1 y Fig 3.1.2).

Presenta pues B6 unos valores que se sitúan entre los obtenidos en B1 y P3 en la práctica totalidad de los meses estudiados, lo que hace que los valores de la densidad y biomasa media anual obtenidos en B6 se encuentren entre los de la otra estación de batea B1 y la estación de playa P3 (Fig. 3.1.1).

De las tres estaciones estudiadas es en la estación de playa P3 en donde se alcanzan los valores máximos de abundancia de *L. arcuatus* con valores de 0.830 ind./m² y 4.014 g/m² en julio (Tablas 3.1.1 y 3.1.2) respectivamente para la densidad y la biomasa. Los

Tabla 3.1.2. Biomasa de *Liocarcinus arcuatus* expresada en gramos de peso húmedo por m² para cada estación y mes muestreado, por sexos y teniendo en cuenta el estado de gravidez de las hembras y el total.

ESTACION B1	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	MEDIA	DT
Ovígeras	0.021	0.038	0.002	0.000	0.000	0.001	0.017	0.012	0.007	0.020	0.039	0.014	0.014
No Ovígeras	0.015	0.024	0.002	0.021	0.040	0.013	0.027	0.006	0.005	0.034	0.034	0.020	0.013
Hembras	0.036	0.062	0.004	0.021	0.040	0.014	0.044	0.018	0.012	0.054	0.073	0.034	0.022
Machos	0.094	0.115	0.000	0.022	0.057	0.001	0.035	0.025	0.015	0.043	0.091	0.045	0.039
Total	0.131	0.177	0.004	0.043	0.097	0.015	0.079	0.043	0.027	0.097	0.164	0.080	0.059

ESTACION B6	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	MEDIA	DT
Ovígeras	0.041	0.095	0.030	0.006	0.000	0.013	0.013	0.120	0.048	0.060	0.139	0.051	0.048
No Ovígeras	0.136	0.217	0.138	0.190	0.066	0.088	0.053	0.150	0.196	0.265	0.229	0.157	0.069
Hembras	0.177	0.312	0.169	0.196	0.066	0.102	0.066	0.270	0.244	0.325	0.367	0.209	0.104
Machos	0.474	0.527	0.218	0.252	0.156	0.143	0.059	0.306	0.506	0.409	0.476	0.321	0.166
Total	0.651	0.839	0.386	0.448	0.222	0.244	0.125	0.576	0.734	0.734	0.843	0.529	0.257

ESTACION P3	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	MEDIA	DT
Ovígeras	0.710	0.172	0.128	0.018	0.003	0.167	0.191	0.190	0.404	0.051	0.033	0.188	0.207
No Ovígeras	1.304	0.446	0.718	1.265	1.349	0.864	0.295	0.583	0.593	0.094	0.039	0.686	0.468
Hembras	2.015	0.618	0.846	1.283	1.352	1.033	0.486	0.773	0.998	0.146	0.072	0.875	0.560
Machos	1.999	0.635	1.791	1.759	1.066	0.804	0.935	1.497	1.111	0.094	0.052	1.068	0.656
Total	4.014	1.253	2.636	3.042	2.418	1.837	1.422	2.270	2.109	0.241	0.123	1.942	1.153

valores de densidad y biomasa observados en P3 se mantienen muy elevados durante todo el ciclo anual, destacando tan solo el pronunciado descenso que se produce en los meses de mayo y junio (Tablas 3.1.1 y 3.1.2), siendo en este último mes en donde se produce el mínimo anual (0.013 ind./m² y 0.123 g/m²) el cual es además el menor valor de todas las estaciones.

A pesar del pronunciado descenso observado en estos meses, los valores del número y biomasa media anual de las capturas de *L. arcuatus* en esta estación son los más altos de las tres estaciones estudiadas (Fig. 3.1.1), igual que ocurre con los valores medios de abundancia (Tablas 3.2.1 y 3.2.2).

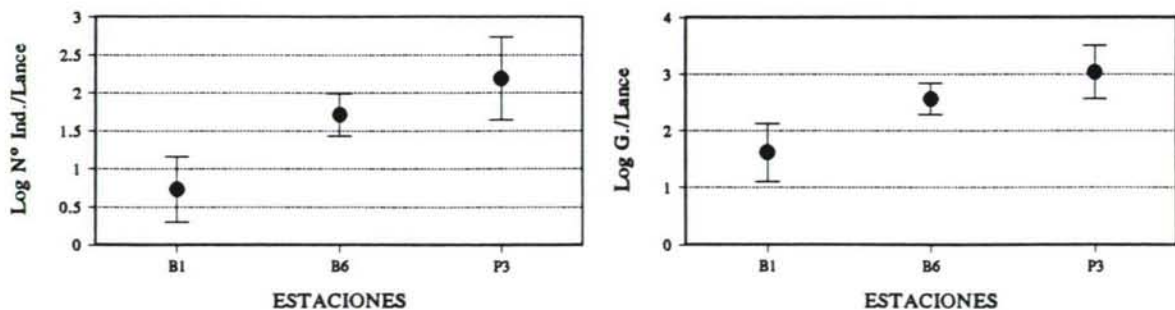


Fig. 3.1.1. *Liocarcinus arcuatus*. Valores de la densidad media anual (expresada como logaritmo del número de individuos por lance) y de la biomasa media anual (expresada como logaritmo de los gramos por lance) para las diferentes estaciones de muestreo.

Tanto el análisis de la varianza (ANOVA) realizado para comparar las capturas (expresadas como número de ejemplares por lance) entre las diferentes estaciones, como el posterior Test de Tukey llevado a cabo con el fin de comparar las estaciones dos a dos muestran diferencias altamente significativas ($P < 0.001$) entre las mismas (Tabla 3.1.3). Asimismo también existen se observan diferencias de segundo orden relacionadas con el sexo y el mes (Tabla 3.1.3).

Tabla 3.1.3. *Liocarcinus arcuatus*. Análisis de la varianza realizado para comparar las capturas (número de ejemplares por lance) entre estación, sexo y mes. Se indican los resultados de las comparaciones efectuadas a posteriori dos a dos mediante el Test de Tukey (los grupos subrayados no son significativamente diferentes; $P > 0.05$).

	GL	SC	F	P	Test de Tukey		
NUMERO							
Estación	2	199977.602	113.098	0.000	B1	B6	P3
Sexo	2	54728.402	30.952	0.000	O	F	M
Mes	10	37733.622	4.268	0.000			
Estación x Sexo	4	57377.113	16.225	0.000			
Estación x Mes	20	150353.598	8.503	0.000			
Sexo x Mes	20	17759.114	5.680	0.457			
Estación x Sexo x Mes	40	67893.741	1.920	0.001			
Residual	252	222790.429					
Total	350	791420.669					

3.1.1.2. VARIACIONES TEMPORALES

Las Figuras 3.1.2 y 3.1.3 parecen indicar que la evolución estacional en B1 no presenta grandes diferencias entre meses siendo el mínimo de finales de verano (mes de septiembre) el único que rompe la homogeneidad del resto de los meses, aunque pueda intuirse también un ligerísimo aumento en la primavera.

No obstante, el ANOVA realizado para comparar las capturas (número de individuos por lance) en esta estación (Tabla 3.1.4) pone de manifiesto la existencia de diferencias temporales significativas ($P < 0.001$), y el posterior análisis dos a dos llevado a cabo mediante el test de Tukey parece indicar una mayor similitud entre los meses de verano (junio, julio y agosto).

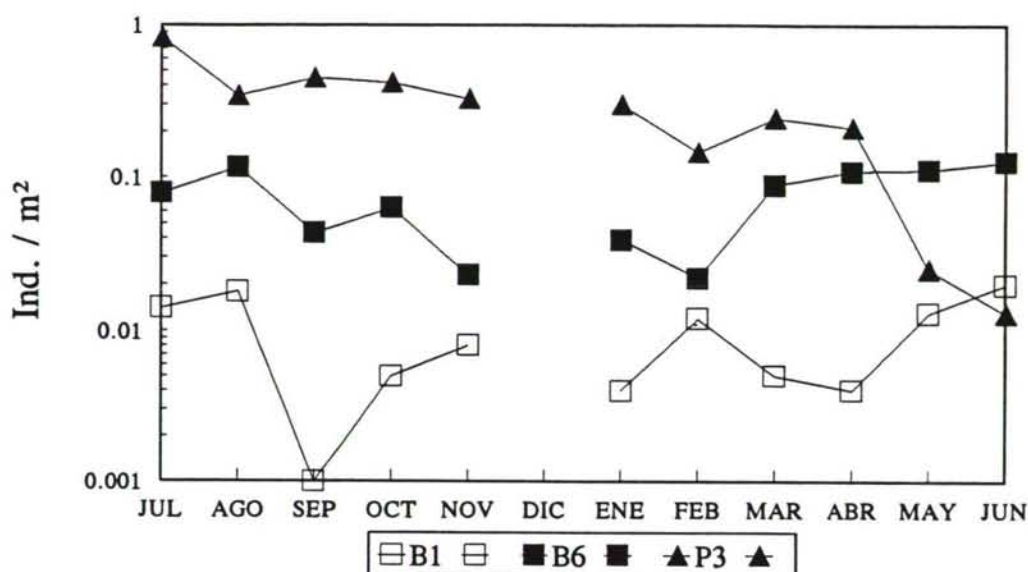


Fig. 3.1.2. *Liocarcinus arcuatus*. Evolución anual de la densidad (expresada en número de individuos por m^2 en escala logarítmica) a lo largo del ciclo anual para las diferentes estaciones de muestreo.

En la otra estación de bateas B6 tampoco parecen existir grandes diferencias mensuales (Figs. 3.1.2 y 3.1.3), aunque se intuye un descenso de la abundancia en los meses de finales de otoño y principio de invierno que se manifiestan en los bajos valores de noviembre (0.023 ind./m² y 0.222 g/m²), enero (0.039 ind./m² y 0.244 g/m²) y febrero (0.022 ind./m² y 0.125 g/m²). De igual forma se puede observar un ligero aunque continuo aumento en los valores de densidad y biomasa en los meses de primavera alcanzando su valor máximo en junio (0.127 ind./m² y 0.843 g/m²).

El ANOVA realizado en esta estación para analizar las capturas de *L. arcuatus* indica la existencia de diferencias estacionales altamente significativas ($P < 0.001$) (Tabla 3.1.4), estableciéndose según el Test de Tukey aplicado una mayor semejanza entre los meses de primavera (abril, mayo y junio) cuyos valores de abundancia son los más elevados, frente a aquellos meses con valores bajos en la abundancia como febrero y noviembre.

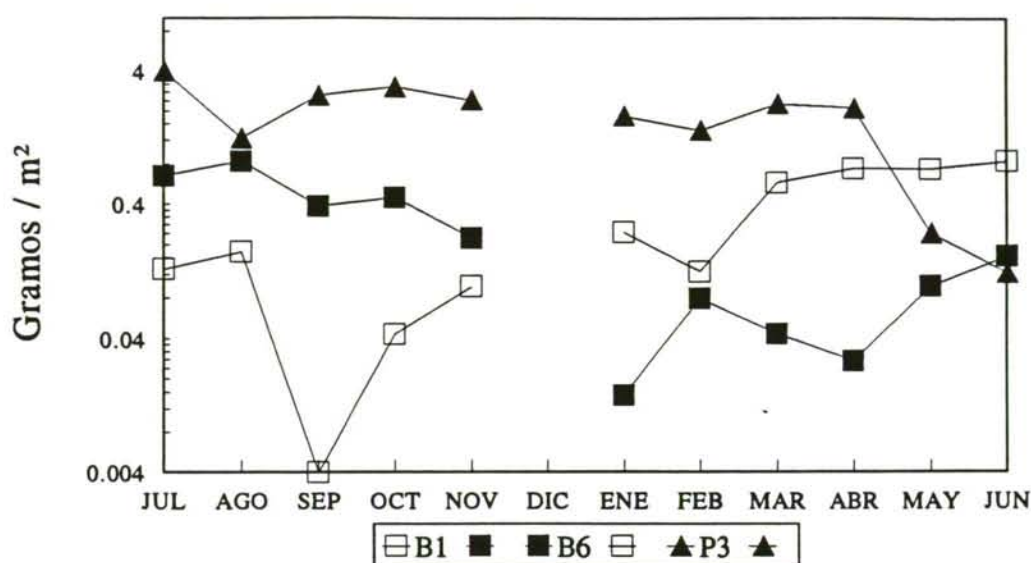


Fig. 3.1.3. *Liocarcinus arcuatus*. Evolución anual de la biomasa (expresada en gramos por m² en escala logarítmica) a lo largo del ciclo anual para las diferentes estaciones de muestreo.

Las figuras 3.1.2 y 3.1.3 muestran que la evolución mensual de la abundancia en la estación P3 se caracteriza principalmente por el gran descenso observado en los meses de mayo y junio frente a la gran homogeneidad observada el resto del año.

El análisis de la varianza efectuado indica al igual que sucedía en B1 y B6, la existencia de diferencias temporales significativas a lo largo del ciclo anual (Tabla 3.1.4). Dichas diferencias parecen tener mayor importancia entre los meses de finales de verano (agosto y septiembre) y principios de otoño (octubre y noviembre) frente a los meses de primavera (mayo y junio) según el Test de Tukey efectuado posteriormente (Tabla 3.1.4).

Un análisis global de la abundancia de *L. arcuatus* en las diferentes estaciones muestreadas, permite observar que en aquellos meses en que se produce una caída en el número de individuos por m² capturados en la estación de playa P3, se produce por lo general un aumento de la densidad en las estaciones de cultivo de mejillón en batea B1 y B6, y de modo contrario, un aumento de la densidad y de la biomasa en P3 conlleva un descenso en B1 y B6 (Figs. 3.1.2 y 3.1.3; Tablas 3.1.1 y 3.1.2).

Tabla 3.1.4. *Liocarcinus arcuatus*. Análisis de la varianza realizado para comparar las capturas (número de ejemplares por lance) para cada estación entre sexo y mes. Se indican los resultados de las comparaciones efectuadas a posteriori dos a dos mediante el Test de Tukey (los grupos subrayados no son significativamente diferentes; $P > 0.05$).

NUMERO											
ESTACION	FACTOR	GL	SC	F	P	Test de Tukey					
B1	Sexo	2	126.580	11.109	0.000	O	F	M			
	Mes	10	325.092	5.706	0.000	9	4	1	10	3	11
	Sexo x Mes	20	134.646	1.182	0.287	5	2	7	8	6	
	Residual	96	546.936								
	Total	128	1133.255								
B6	Sexo	2	14270.601	23.892	0.000	O	F	M			
	Mes	10	15167.681	5.079	0.000	2	11	9	1	10	7
	Sexo x Mes	20	5243.060	0.878	0.615	3	8	4	5	6	
	Residual	99	29566.738								
	Total	131	64248.079								
P3	Sexo	2	93157.324	13.779	0.000	O	F	M			
	Mes	10	172594.447	5.106	0.000	6	5	2	1	4	3
	Sexo x Mes	20	80275.150	3.199	0.000	7	11	9	10	8	
	Residual	57	192676.755								
	Total	89	538703.675								

Existen también diferencias temporales significativas si analizamos conjuntamente las capturas de *L. arcuatus* en las diferentes estaciones, (Tabla 3.1.3). El posterior test de Tukey aplicado indica que todos los meses al ser comparados dos a dos, no presentan diferencias significativas entre ellos.

3.1.1.3. VARIABILIDAD DEBIDA AL SEXO

Al analizar la posible influencia del sexo en la variabilidad existente en las capturas de las tres estaciones (Tabla 3.1.4), se observa que existen en todas ellas diferencias altamente significativas ($P < 0.001$) entre sexos. El posterior análisis dos a dos indica que las principales diferencias en la estación de bateas B1 se presentan entre las hembras ovígeras y los machos, ya que no existen diferencias significativas entre hembras ovígeras y no ovígeras ni entre hembras no ovígeras y machos (Tabla 3.1.4). Por contra el Test de Tukey aplicado a las otras dos estaciones B6 y P3 muestra una clara separación de los machos y las hembras no ovígeras los cuales no manifiestan entre sí diferencias significativas ($P > 0.05$) frente a las hembras ovígeras, por lo que se puede pensar en la existencia de un marcado ciclo reproductivo en ambas estaciones.

Al analizar conjuntamente las capturas de las tres estaciones, el ANOVA aplicado indica que existen diferencias significativas ($P < 0.001$) entre machos, hembras no ovígeras y hembras ovígeras de *L. arcuatus* (Tabla 3.1.3). Dichas diferencias mantienen el patrón observado en B6 y P3, ya que se producen principalmente entre las hembras ovígeras y el grupo formado por los machos y las hembras no ovígeras (entre los que no se producen diferencias significativas ($P > 0.05$)) (Tabla 3.1.3). La persistencia de dicho patrón es lógico puesto que B6 y P3 son las estaciones que con un mayor número de individuos contribuyen a las capturas, frente al bajo número de individuos capturados en B1.

3.1.2. ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DE *Liocarcinus depurator*

3.1.2.1. VARIABILIDAD ESPACIAL

Al igual que sucedía en el caso de *L. arcuatus*, la abundancia de *L. depurator* en la estación de bateas de la parte interna de la ría B1 se mantiene en unos niveles muy bajos a lo largo de todo el ciclo anual, presentando unos valores medios anuales de 0.006 ind./m² y 0.065 g/m² para la densidad y la biomasa respectivamente, alcanzándose los mínimos en mayo (0.001 ind./m² y 0.005 g/m²) y junio (0.001 ind./m² y 0.006 g/m²) y el máximo en julio (0.019 ind./m² y 0.324 g/m²) (Tablas 3.1.5 y 3.1.6).

Es pues B1 una estación en la que *L. depurator* no es muy abundante situándose la media de sus capturas en número medio anual de individuos por lance muy por debajo de la de la otra estación de bateas B5 y entre la de las estaciones de canal M1 y M2, siendo el valor de la biomasa media anual (en gramos por lance) el menor de todas las estaciones estudiadas (Fig. 3.1.4), por lo que se puede pensar que los individuos que forman parte de las capturas llevadas a cabo en esta estación son en líneas generales de pequeña talla.

Por el contrario, los máximos valores de abundancia de *L. depurator* se alcanzan en la estación de bateas B5 localizada en la parte externa de la ría. Se observan principalmente

dos máximos, uno en el mes de agosto (0.202 ind./m² y 4.198 g/m²) y otro en el mes de marzo (0.251 ind./m² y 3.048 g/m²). Los valores mínimos anuales de la densidad y de la biomasa no corresponden al mismo mes, produciéndose en el mes de mayo el mínimo de la densidad con 0.065 ind./m² y en el mes de febrero el de la biomasa con 0.872 g/m² (Tablas 3.1.5 y 3.1.6).

Tabla 3.1.5. Densidad de *Liocarcinus depurator* expresada como número de individuos por m² para cada estación y mes muestreado, por sexos y teniendo en cuenta el estado de gravidez de las hembras y el total.

ESTACION B1	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	MEDIA	DT
Ovígeras	0.004	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001
No Ovígeras	0.004	0.003	0.002	0.001	0.005	0.004	0.003	0.002	0.001	0.000	0.000	0.003	0.002
Hembras	0.008	0.007	0.002	0.001	0.005	0.004	0.004	0.002	0.001	0.000	0.000	0.004	0.003
Machos	0.011	0.009	0.003	0.001	0.003	0.002	0.003	0.001	0.001	0.000	0.000	0.004	0.004
Total	0.019	0.016	0.004	0.002	0.008	0.006	0.007	0.003	0.002	0.001	0.001	0.006	0.006
ESTACION B5	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	MEDIA	DT
Ovígeras	0.012	0.025	0.006	0.003	0.003	0.025	0.012	0.071	0.027	0.021	0.023	0.021	0.019
No Ovígeras	0.017	0.039	0.023	0.057	0.078	0.039	0.028	0.088	0.035	0.018	0.018	0.040	0.024
Hembras	0.029	0.064	0.029	0.059	0.081	0.064	0.039	0.159	0.061	0.038	0.042	0.060	0.037
Machos	0.074	0.138	0.083	0.059	0.099	0.058	0.054	0.092	0.048	0.027	0.026	0.069	0.033
Total	0.103	0.202	0.112	0.118	0.180	0.122	0.091	0.251	0.110	0.065	0.068	0.129	0.058
ESTACION MI	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	MEDIA	DT
Ovígeras	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	<0.001	<0.001
No Ovígeras	0.005	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001	0.001	0.001	0.002
Hembras	0.005	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002
Machos	0.004	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.004	0.003	0.003	0.002	0.001
Total	0.009	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.006	0.005	0.004	0.003	0.003
ESTACION M2	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	MEDIA	DT
Ovígeras	0.002	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001	0.001
No Ovígeras	0.001	0.001	0.003	0.000	0.003	0.004	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.001
Hembras	0.003	0.003	0.005	0.000	0.003	0.004	0.002	0.002	0.002	0.002	0.005	0.003	0.001
Machos	0.003	0.002	0.003	0.001	0.006	0.009	0.003	0.006	0.006	0.002	0.005	0.004	0.002
Total	0.006	0.005	0.008	0.001	0.008	0.013	0.005	0.008	0.008	0.003	0.010	0.007	0.003

En la Figura 3.1.4 se observa que tanto el valor de las capturas medias anuales como el de la biomasa media anual superan ampliamente a los valores obtenidos en el resto de las estaciones muestreadas. Ello se corresponde con el hecho de que los valores de abundancia de *L. depurator* son muy elevados a lo largo de todo el ciclo anual, con muy ligeras variaciones entre los diferentes meses. Así los valores medios anuales de la densidad con 0.129 ind./m² y de la biomasa con 1.360 g/m² son respectivamente los más altos de las cuatro estaciones en las que se han capturado ejemplares de *L. depurator* (Tablas 3.1.5 y 3.1.6).

Tabla 3.1.6. Biomasa de *Liocarcinus depurator* expresada en gramos de peso húmedo por m² para cada estación y mes muestreado, por sexos y teniendo en cuenta el estado de gravidez de las hembras y el total.

ESTACION B1	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	MEDIA	DT
Ovígeras	0.050	0.045	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.001	0.000	0.000	0.000	0.009	0.019
No Ovígeras	0.058	0.031	0.005	0.005	0.010	0.004	0.010	0.004	0.003	0.003	0.003	0.013	0.017
Hembras	0.108	0.076	0.005	0.005	0.010	0.004	0.016	0.006	0.003	0.003	0.003	0.022	0.036
Machos	0.216	0.174	0.036	0.006	0.008	0.006	0.009	0.006	0.007	0.002	0.003	0.043	0.076
Total	0.324	0.250	0.041	0.011	0.018	0.010	0.025	0.012	0.011	0.005	0.006	0.065	0.112
ESTACION B5	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	MEDIA	DT
Ovígeras	0.159	0.356	0.092	0.036	0.046	0.305	0.109	0.672	0.312	0.277	0.305	0.243	0.184
No Ovígeras	0.217	0.516	0.255	0.577	0.514	0.341	0.184	0.848	0.393	0.238	0.196	0.389	0.207
Hembras	0.377	0.871	0.347	0.612	0.559	0.647	0.293	1.519	0.705	0.514	0.501	0.631	0.339
Machos	1.667	3.326	2.167	1.456	1.700	0.674	0.578	1.529	0.797	0.518	0.549	1.360	0.868
Total	2.044	4.198	2.513	2.068	2.261	1.321	0.872	3.048	1.502	1.033	1.050	1.992	1.004
ESTACION M1	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	MEDIA	DT
Ovígeras	0.004	0.000	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.014	0.016	0.004	0.006
No Ovígeras	0.067	0.024	0.008	0.000	0.006	0.000	0.004	0.004	0.029	0.015	0.006	0.015	0.020
Hembras	0.071	0.024	0.016	0.000	0.006	0.000	0.004	0.004	0.029	0.029	0.021	0.018	0.021
Machos	0.077	0.029	0.010	0.021	0.028	0.011	0.004	0.015	0.048	0.035	0.057	0.030	0.022
Total	0.148	0.053	0.026	0.021	0.034	0.011	0.018	0.018	0.076	0.064	0.078	0.048	0.041
ESTACION M2	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	MEDIA	DT
Ovígeras	0.031	0.032	0.016	0.000	0.000	0.000	0.007	0.003	0.000	0.003	0.047	0.013	0.017
No Ovígeras	0.013	0.010	0.035	0.006	0.029	0.017	0.018	0.011	0.020	0.011	0.017	0.017	0.009
Hembras	0.044	0.042	0.052	0.006	0.029	0.017	0.025	0.013	0.020	0.014	0.064	0.030	0.018
Machos	0.078	0.045	0.093	0.004	0.047	0.087	0.042	0.074	0.076	0.034	0.116	0.063	0.032
Total	0.121	0.087	0.145	0.010	0.076	0.104	0.067	0.087	0.096	0.048	0.179	0.093	0.046

Los valores de abundancia de *L. depurator* obtenidos en la estación del canal central M1 situada en la parte interna de la ría, son en la mayor parte del ciclo anual los más bajos de todas las estaciones analizadas, por lo que los valores medios de densidad (0.003 ind./m²) y biomasa (0.048 g/m²) son de igual forma los menores (Tablas 3.1.5 y 3.1.6). Destaca el hecho de que mientras el número medio anual de las capturas es inferior al observado en el resto de las estaciones, el valor de la biomasa media anual de las capturas es superior al obtenido en la estación de bateas B1 (Fig.3.1.4), por lo que se puede pensar que las escasas capturas de M1 deben de estar formadas por individuos de tallas elevadas.

A pesar de que M2 es también una estación de canal central, los valores medios de abundancia obtenidos en esta estación de la parte media de la ría (0.007 ind./m² para la densidad y 0.093 g/m² para la biomasa) son superiores a los obtenidos en la otra estación de canal central M1 y a los de la estación de cultivo de mejillón en batea B1, encontrándose tan solo por debajo de los de la otra estación de bateas B5 (Tablas 3.1.5 y 3.1.6). De igual manera al comparar los valores medios anuales del número y la biomasa de las capturas (número de individuos por lance) el patrón se repite (Fig.3.1.4.).

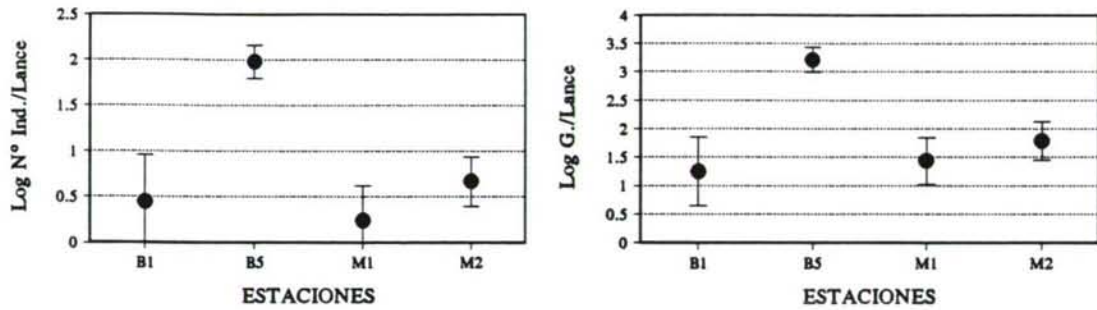


Figura 3.1.4. *Liocarcinus depurator*. Valores de la densidad media anual (expresada como logaritmo del número de individuos por lance) y de la biomasa media anual (expresada como logaritmo de los gramos por lance) para las diferentes estaciones de muestreo.

El estudio comparativo de las cuatro estaciones en las que se ha analizado la abundancia y distribución de *L. depurator* nos permite ante todo destacar la gran importancia de la estación de cultivo de mejillón B5 frente al resto de estaciones y la existencia de una cierta tendencia negativa entre la abundancia y una situación geográfica más interior de las estaciones.

Este hecho se confirma mediante el ANOVA aplicado para comparar las capturas globales (número de ejemplares por lance) entre estaciones (Tabla 3.1.7) ya que indica la existencia de diferencias geográficas (entre estaciones) altamente significativas.

Tabla 3.1.7. *Liocarcinus depurator*. Análisis de la varianza realizado para comparar las capturas (número de ejemplares por lance) entre estación, sexo y mes. Se indican los resultados de las comparaciones efectuadas a posteriori dos a dos mediante el Test de Tukey (los grupos subrayados no son significativamente diferentes; $P > 0.05$).

	GL	SC	F	P	Test de Tukey
NUMERO					
Estación	3	87379.833	64.225	0.000	<u>M1 B1</u> <u>M2 B5</u>
Sexo	2	7329.920	92.377	0.000	<u>O F</u> <u>M</u>
Mes	10	5668.995	14.289	0.000	
Estación x Sexo	6	15288.274	64.225	0.000	
Estación x Mes	30	19179.812	16.115	0.000	
Sexo x Mes	20	4071.398	5.131	0.000	
Estación x Sexo x Mes	40	12717.782	5.343	0.000	
Residual	315	12497.244			
Total	446	162945.738			

Un análisis posterior dos a dos mediante el Test de Tukey permite observar que las diferencias geográficas principales se establecen entre la estación B5 y el grupo de estaciones formado por B1, M1 y M2, lo cual pueda deberse en gran medida a la enorme diferencia existente entre el número de individuos capturados en B5 frente al resto de estaciones (Tabla 3.1.7).

3.1.2.2. VARIACIONES TEMPORALES

El análisis de la varianza (ANOVA) llevado a cabo para comparar las capturas de B1 (número de individuos por lance) (Tabla 3.1.8) indica la existencia de diferencias estacionales altamente significativas ($P < 0.001$) y el posterior análisis dos a dos llevado a cabo mediante el Test de Tukey contrapone principalmente los meses de primavera (abril, mayo y junio) a los meses de verano (julio y agosto).

Las Figuras 3.1.5 y 3.1.6 indican que no existe una total coincidencia en la evolución seguida por la abundancia y la biomasa de *L. depurator* en B1 puesto que en los

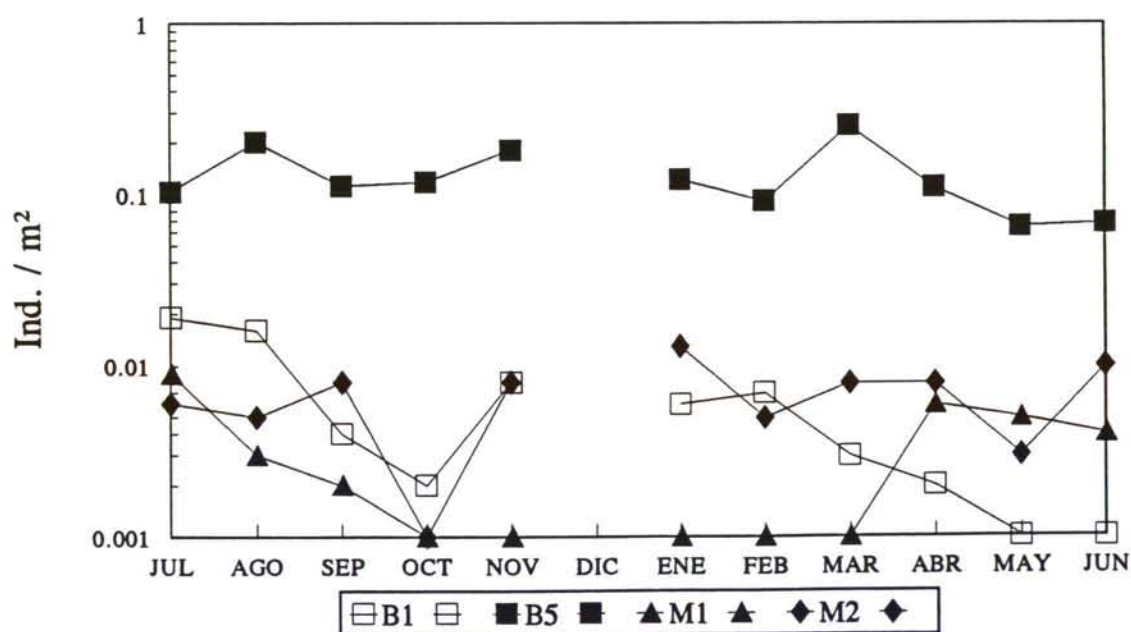


Figura 3.1.5. *Liocarcinus depurator*. Evolución anual de la densidad (expresada en número de individuos por m² en escala logarítmica) a lo largo del ciclo anual para las diferentes estaciones de muestreo.

meses de invierno (enero, febrero y marzo) el número de individuos por m^2 en B1 es superior al encontrado en M1 invirtiéndose la tendencia al analizar la biomasa, lo cual indicaría diferencias al menos en dichos meses en la estructura de la población de ambas estaciones (Figs. 3.1.5 y 3.1.6).

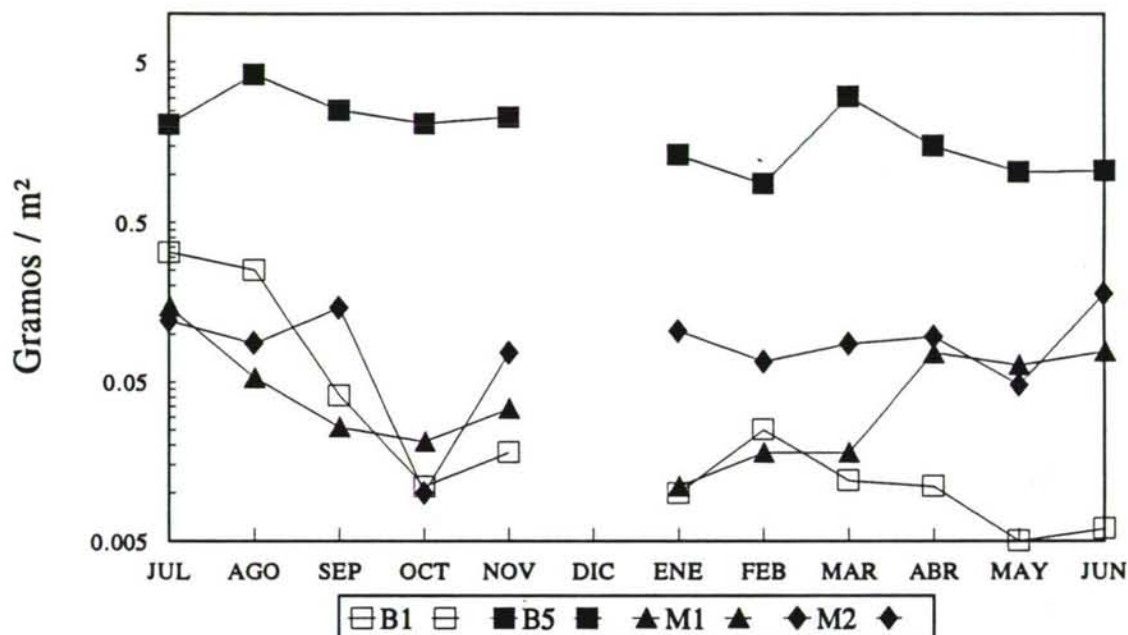


Figura 3.1.6. *Liocarcinus depurator*. Evolución anual de la biomasa (expresada en gramos por m^2 en escala logarítmica) a lo largo del ciclo anual para las diferentes estaciones de muestreo.

A pesar de que las Figuras 3.1.5 y 3.1.6 muestren una tendencia muy semejante de la densidad y biomasa a lo largo del ciclo anual también existen diferencias temporales significativas ($P < 0.001$) entre las capturas de *L. depurator* en la estación B5 como pone de manifiesto el ANOVA realizado (Tabla 3.1.8), contraponiéndose según el posterior Test de Tukey los meses con capturas más elevadas (agosto, noviembre y marzo) a aquellos con mínimos en las capturas (mayo y julio) por lo que no se puede hablar de una marcada estacionalidad en las capturas.

Los valores de densidad (número de individuos por m^2) obtenidos en M1 presentan un marcado ciclo estacional como se observa en la Figura 3.1.5, con unos valores mínimos (0.001 ind./m^2) en los meses de otoño e invierno (meses de octubre a marzo) y valores más elevados durante la primavera y verano con un valor máximo en julio (0.009 ind./m^2). La

evolución seguida por la biomasa (gramos por m²) mantiene el mismo patrón que la densidad (mínimos valores en otoño-invierno y máximos en primavera-verano) aunque se intuye una mayor variabilidad (Fig. 3.1.6).

Se observa además que mientras los valores de densidad de M1 son en la casi totalidad del ciclo anual (excepto abril, mayo y junio) inferiores a los de la estación de cultivo de mejillón en batea B1, los valores de la biomasa son por el contrario superiores o muy cercanos a ellos (Figs. 3.1.5 y 3.1.6) como ya se citó anteriormente. Ello podría indicar la existencia de diferencias en las tallas de los individuos capturados en ambas estaciones.

En la otra estación de canal central tanto la densidad como la biomasa no presentan marcadas variaciones a lo largo de los diferentes meses, destacando únicamente los mínimos valores de abundancia de octubre (Figs. 3.1.5 y 3.1.6) con 0.001 ind./m² y 0.010 g/m² para la densidad y biomasa respectivamente.

Los resultados del análisis de la varianza y del posterior Test de Tukey (Tabla 3.1.8) marcan la existencia de diferencias temporales en las capturas de *L. depurator* en M2, aunque no se aprecia un patrón estacional claro que pueda explicarlas claramente.

Existen diferencias significativas en la evolución temporal de la distribución y abundancia de *L. depurator* cuando se analizan globalmente las capturas de las cuatro estaciones muestreadas (Tabla 3.1.7). El posterior análisis dos a dos entre los diferentes meses estudiados no indica la existencia de diferencias significativas entre ellos.

3.1.2.3. VARIABILIDAD DEBIDA AL SEXO

Al analizar la posible influencia del sexo en la variabilidad existente en las capturas de *L. depurator* en las distintas estaciones, se observa que existen diferencias altamente significativas ($P < 0.001$) en todas ellas. En la estación B1 las diferencias principales se

presentan entre las hembras ovígeras y los machos, ya que no existen diferencias significativas entre hembras ovígeras y no ovígeras, y entre hembras no ovígeras y machos (Tabla 3.1.8) según indica el posterior análisis dos a dos.

Tabla 3.1.8. *Liocarcinus depurator*. Análisis de la varianza realizado para comparar las capturas (número de ejemplares por lance) para cada estación entre sexo y mes. Se indican los resultados de las comparaciones efectuadas a posteriori dos a dos mediante el Test de Tukey (los grupos subrayados no son significativamente diferentes; $P > 0.05$).

NUMERO						Test de Tukey										
ESTACION	FACTOR	GL	SC	F	P	O	F	M								
B1	Sexo	2	74.637	26.884	0.000											
	Mes	10	352.486	25.393	0.000	6	4	5	10	3	9	1	11	2	8	7
	Sexo x Mes	20	135.108	4.867	0.000											
	Residual	96	133.259													
	Total	128	695.490													
B5	Sexo	2	21804.279	69.722	0.000	O	F	M								
	Mes	10	24389.212	15.597	0.000	5	6	2	7	9	4	10	1	11	8	3
	Sexo x Mes	20	16550.214	5.592	0.000											
	Residual	78	12196.571													
	Total	110	74940.276													
M1	Sexo	2	23.644	11.134	0.000	O	F	M								
	Mes	10	47.574	4.480	0.000	1	2	10	11	9	3	8	6	5	4	7
	Sexo x Mes	20	25.088	1.181	0.301											
	Residual	60	63.709													
	Total	92	160.015													
M2	Sexo	2	115.022	44.920	0.000	O	F	M								
	Mes	10	59.536	4.650	0.000	4	10	1	2	7	9	8	3	5	11	6
	Sexo x Mes	20	78.771	3.076	0.000											
	Residual	81	103.705													
	Total	113	357.034													

En las dos estaciones de la parte externa de la ría como son la estación de bateas B5 y la de canal central M2 las principales diferencias se mantienen entre los tres grupos comparados (machos, hembras no ovígeras y hembras ovígeras) como demuestran los resultados de la comparación dos a dos efectuada (Tabla 3.1.8).

La practica ausencia de hembras ovígeras en las capturas de la estación M1 implica la existencia de diferencias significativas ($P < 0.001$) debidas al sexo en las mismas, como indica el posterior análisis dos a dos efectuado (Tabla 3.1.8) en el que se pone de manifiesto la inexistencia de dichas diferencias ($P > 0.05$) entre las hembras no ovígeras y los machos.

El análisis conjunto de las capturas de las cuatro estaciones establece diferencias que al comparar dos a dos las capturas de machos, hembras no ovígeras y hembras ovígeras,

muestran un grupo compuesto por el conjunto de las hembras (ovígeras y no ovígeras) frente a los machos (Tabla 3.1.7).

3.2. Estructura de la población

3.2. ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN

El análisis de las distribuciones mensuales de frecuencias de talla permiten establecer diferencias en las mismas debidas a multiples posibles factores como el sexo, ciclo anual, profundidad, etc., (POTTER *et al.*, 1983; DU PREEZ & McLACHLAN, 1984). Además el análisis de las clases de talla es la técnica más habitualmente utilizada para determinar las cohortes existentes en una población de crustáceos (COULL & BELL, 1983), ya que es totalmente imposible determinarlo de forma natural (WENNER *et al.*, 1974).

La influencia del sexo, talla, ciclo anual y estación de muestreo sobre las poblaciones de *L. arcuatus* y *L. depurator* en la Ría de Arousa son analizadas en este capítulo.

3.2.1. ANÁLISIS DE LA PROPORCIÓN SEXUAL DE *L. arcuatus*

3.2.1.1. EVOLUCIÓN DE LA PROPORCIÓN SEXUAL EN FUNCIÓN DE LA TALLA

Se estudió la proporción sexual de la población de *L. arcuatus* para la totalidad de tallas muestreadas (agrupadas en intervalos de 2 mm), en cada una de las estaciones y meses muestreados, empleándose un test X^2 para analizar la significación estadística de las desviaciones encontradas con respecto a la proporción teórica de sexos 1:1.

En la zona interna de bateas B1 no se observan diferencias significativas respecto de la proporción teórica 1:1 en ninguno de los meses muestreados y en ninguna de las clases de talla capturadas (excepto en la clase de talla 26-27 mm en mayo) (Tabla 3.2.1). La razón de ello puede ser debida al bajísimo número de ejemplares que han sido capturados en esta estación a lo largo de todo el ciclo anual.

Tabla 3.2.1. *Liocarcinus arcuatus*. Proporción sexual por grupos de talla de 2 mm de anchura de caparazón, expresado como % de hembras con respecto al total de individuos de cada clase (N°), y porcentaje total de hembras en cada mes para la estación B1. Se indica el resultado del test X² efectuado para cada clase de talla y para el total.

Anchura caparazón (mm)	JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE		
	N°	% Hembras	X ²	N°	% Hembras	X ²	N°	% Hembras	X ²	N°	% Hembras	X ²
8-9	0	---	---	0	---	---	0	---	---	0	---	---
10-11	0	---	---	0	---	---	0	---	---	0	---	---
12-13	0	---	---	0	---	---	0	---	---	0	---	---
14-15	0	---	---	0	---	---	0	---	---	0	---	---
16-17	0	---	---	0	---	---	0	---	---	1	6.25	0.0
18-19	0	---	---	0	---	---	0	---	---	0	---	---
20-21	2	2.27	0.5	1	1.72	0.0	0	---	---	1	6.25	0.0
22-23	8	9.09	0.1	5	3.45	0.0	0	---	---	3	6.25	0.0
24-25	1	0.00	0.0	7	5.17	0.0	1	50.00	0.0	0	---	---
26-27	7	6.82	0.0	8	8.62	0.1	0	---	---	1	6.25	0.0
28-29	3	4.55	0.0	3	3.45	0.0	1	50.00	0.0	2	12.50	0.5
30-31	1	2.27	0.0	6	8.62	1.5	0	---	---	0	---	---
32-33	5	2.27	0.8	10	8.62	0.1	0	---	---	4	18.75	0.3
34-35	6	2.27	1.5	6	5.17	0.2	0	---	---	1	6.25	0.0
36-37	4	2.27	0.3	4	1.72	0.3	0	---	---	1	0.00	0.0
38-39	3	2.27	0.0	3	0.00	1.3	0	---	---	2	0.00	0.5
40-41	3	2.27	0.0	2	0.00	0.5	0	---	---	0	---	---
42-43	1	0.00	0.0	3	0.00	1.3	0	---	---	0	---	---
Total	44	36.36	2.8 *	58	46.55	0.2	2	100.00	0.5	16	62.50	0.6

Anchura caparazón (mm)	NOVIEMBRE			DICIEMBRE			ENERO			FEBRERO		
	N°	% Hembras	X ²	N°	% Hembras	X ²	N°	% Hembras	X ²	N°	% Hembras	X ²
8-9	0	---	---				0	---	---	1	2.56	0.0
10-11	0	---	---				0	---	---	0	---	---
12-13	0	---	---				3	22.22	0.0	5	7.69	0.0
14-15	0	---	---				0	---	---	3	5.13	0.0
16-17	0	---	---				0	---	---	1	0.00	0.0
18-19	1	0.00	0.0				2	11.11	0.5	3	2.56	0.0
20-21	0	---	---				0	---	---	2	2.56	0.5
22-23	0	---	---				0	---	---	1	2.56	0.0
24-25	1	4.00	0.0				1	11.11	0.0	1	0.00	0.0
26-27	1	0.00	0.0				1	11.11	0.0	1	0.00	0.0
28-29	2	8.00	0.5				0	---	---	6	7.69	0.2
30-31	4	16.00	2.3				1	11.11	0.0	3	5.13	0.0
32-33	4	12.00	0.3				0	---	---	2	2.56	0.5
34-35	2	8.00	0.5				1	11.11	0.0	6	10.26	0.2
36-37	1	4.00	0.0				0	---	---	3	7.69	1.3
38-39	4	4.00	0.3				0	---	---	0	---	---
40-41	2	0.00	0.5				0	---	---	1	0.00	0.0
42-43	3	0.00	1.3				0	---	---	0	---	---
Total	25	56.00	0.2				9	77.78	1.8	39	56.41	0.4

Anchura caparazón (mm)	MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO		
	N°	% Hembras	X ²	N°	% Hembras	X ²	N°	% Hembras	X ²	N°	% Hembras	X ²
8-9	0	---	---	0	---	---	0	---	---	0	---	---
10-11	0	---	---	0	---	---	0	---	---	0	---	---
12-13	0	---	---	0	---	---	0	---	---	0	---	---
14-15	0	---	---	0	---	---	0	---	---	0	---	---
16-17	2	12.50	0.5	0	---	---	1	2.50	0.0	0	---	---
18-19	0	---	---	1	0.00	0.0	3	0.00	1.3	3	1.54	0.0
20-21	1	0.00	0.0	1	8.33	0.0	0	---	---	2	1.54	0.5
22-23	2	6.25	0.5	4	16.67	0.3	5	7.50	0.0	4	4.62	0.3
24-25	0	---	---	1	8.33	0.0	2	0.00	0.5	6	3.08	0.2
26-27	2	0.00	0.5	0	---	---	5	12.50	3.2 *	12	7.69	0.1
28-29	1	6.25	0.0	0	---	---	8	12.50	0.1	10	10.77	0.9
30-31	0	---	---	1	0.00	0.0	5	7.50	0.0	5	4.62	0.0
32-33	3	12.50	0.0	1	8.33	0.0	4	7.50	0.3	7	7.69	0.6
34-35	2	6.25	0.5	0	---	---	0	---	---	8	3.08	1.1
36-37	1	0.00	0.0	3	8.33	0.0	5	5.00	0.0	7	4.62	0.0
38-39	1	6.25	0.0	0	---	---	1	0.00	0.0	1	0.00	0.0
40-41	0	---	---	0	---	---	0	---	---	0	---	---
42-43	1	---	---	0	---	---	1	2.50	0.0	0	---	---
Total	16	50.00	0.1	12	50.00	0.1	40	57.50	0.6	65	49.23	0.0

P < 0.1 X² > 2.71 * P < 0.05 X² > 3.84 ** P < 0.01 X² > 6.63 ***

Por el contrario en B6, área de batea más externa, los resultados obtenidos contrastan con los observados en B1 puesto que existen diferencias significativas en un gran número de clases de talla durante gran parte del año (Tabla 3.2.2). Las desviaciones de la proporción esperada 1:1 se producen principalmente en las tallas medias (aproximadamente entre las clases de talla 20-21 mm y la 30-31 mm de anchura de caparazón) y las tallas superiores (a partir de 30-31 mm de anchura de caparazón) aunque con notables diferencias. Mientras en las tallas medianas es el número de hembras el que domina sobre el número de machos, la proporción se invierte en las tallas superiores siendo mayor la proporción de machos que la de hembras (Tabla 3.2.2).

Por último en la estación de playa P3 se observan diferencias significativas en la práctica totalidad del ciclo anual. Al igual que ocurría en B6, la desviación de la proporción sexual teórica parece afectar con mayor intensidad a los individuos de tallas medianas y grandes. Dichas desviaciones se producen en el mismo sentido que en la estación de bateas B6, o sea las hembras son proporcionalmente más abundantes entre los 20 mm y los 30 mm de anchura de caparazón, mientras los machos dominan principalmente a partir de los 30 mm (Tabla 3.2.3).

Los individuos de menor talla (<20 mm de anchura de caparazón) capturados en las tres estaciones no manifiestan en general una marcada desviación de la proporción 1:1 y tan solo puntualmente presentan diferencias significativas (enero, febrero y julio en la estación P3) (Tablas 3.2.1, 3.2.2 y 3.2.3). Las modificaciones posteriores de la proporción sexual en las tallas superiores a los 20 mm de anchura de caparazón, deben relacionarse pues con diferentes patrones de mortalidad, migraciones o del ciclo reproductivo de ambos sexos.

Tabla 3.2.2. *Liocarcinus arcuatus*. Proporción sexual por grupos de talla de 2 mm de anchura de caparazón, expresado como % de hembras con respecto al total de individuos de cada clase (N°), y porcentaje total de hembras en cada mes para la estación B6. Se indica el resultado del test X² efectuado para cada clase de talla y para el total.

Anchura caparazón (mm)	JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE		
	N°	% Hembras	X ²	N°	% Hembras	X ²	N°	% Hembras	X ²	N°	% Hembras	X ²
6-7	0	—	—	1	0.00	0.0	0	—	—	0	—	—
8-9	1	0.00	0.0	0	—	—	0	—	—	2	50.00	0.5
10-11	2	50.00	0.5	6	50.00	0.2	0	—	—	6	50.00	0.2
12-13	2	50.00	0.5	3	33.33	0.0	1	100.00	0.0	3	66.67	0.0
14-15	0	—	—	16	50.00	0.1	0	—	—	6	66.67	0.2
16-17	4	50.00	0.3	6	33.33	0.2	3	33.33	0.0	12	58.33	0.1
18-19	7	57.14	0.0	0	—	—	3	100.00	1.3	7	85.71	2.3
20-21	10	50.00	0.1	9	44.44	0.0	3	0.00	1.3	10	40.00	0.1
22-23	14	64.29	0.6	11	72.73	1.5	0	—	—	24	66.67	2.0
24-25	19	57.89	0.2	18	77.78	4.5	10	80.00	2.5	9	33.33	0.4
26-27	25	52.00	0.0	25	64.00	1.4	13	84.62	4.9	16	62.50	0.6
28-29	22	31.82	2.2	28	75.00	6.0	15	66.67	1.1	21	47.62	0.0
30-31	25	36.00	1.4	11	27.27	1.5	12	66.67	0.8	23	56.52	0.2
32-33	14	42.86	0.1	20	45.00	0.1	9	55.56	0.0	22	45.45	0.0
34-35	13	23.08	2.8	13	15.38	4.9	15	26.67	2.4	16	37.50	0.6
36-37	14	14.29	5.8	7	14.29	2.3	8	50.00	0.1	10	60.00	0.1
38-39	15	0.00	13.1	5	0.00	3.2	7	14.29	2.3	7	28.57	0.6
40-41	1	0.00	0.0	1	0.00	0.0	2	0.00	0.5	5	20.00	0.8
42-43	1	0.00	0.0	6	0.00	4.2	0	—	—	1	0.00	0.0
44-45	1	0.00	0.0	0	—	—	1	0.00	0.0	0	—	—
Total	190	38.42	9.7	186	49.46	0.0	102	54.90	0.8	200	52.00	0.2

Anchura caparazón (mm)	NOVIEMBRE			DICIEMBRE			ENERO			FEBRERO		
	N°	% Hembras	X ²	N°	% Hembras	X ²	N°	% Hembras	X ²	N°	% Hembras	X ²
6-7	0	—	—				0	—	—	0	—	—
8-9	0	—	—				0	—	—	0	—	—
10-11	0	—	—				2	50.00	0.5	0	—	—
12-13	3	33.33	0.0				6	33.33	0.2	2	50.00	0.5
14-15	2	50.00	0.5				5	0.00	3.2	3	33.33	0.0
16-17	0	—	—				8	12.50	3.1	5	60.00	0.0
18-19	2	100.00	0.5				6	66.67	0.2	9	33.33	0.4
20-21	0	—	—				11	63.64	0.4	10	40.00	0.1
22-23	10	80.00	2.5				10	70.00	0.9	5	60.00	0.0
24-25	2	50.00	0.5				8	50.00	0.1	12	66.67	0.8
26-27	3	66.67	0.0				18	61.11	0.5	14	64.29	0.6
28-29	8	50.00	0.1				16	43.75	0.1	8	87.50	3.1
30-31	7	28.57	0.6				9	66.67	0.4	7	85.71	2.3
32-33	10	70.00	0.9				7	28.57	0.6	5	40.00	0.0
34-35	9	33.33	0.4				10	50.00	0.1	7	14.29	2.3
36-37	10	10.00	4.9				5	20.00	0.8	2	50.00	0.5
38-39	4	0.00	2.3				4	0.00	2.3	0	—	—
40-41	2	0.00	0.5				0	—	—	0	—	—
42-43	1	0.00	0.0				0	—	—	0	—	—
44-45	1	0.00	0.0				0	—	—	0	—	—
Total	74	43.24	1.1				125	46.40	0.5	89	55.06	0.7

Anchura caparazón (mm)	MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO		
	N°	% Hembras	X ²	N°	% Hembras	X ²	N°	% Hembras	X ²	N°	% Hembras	X ²
6-7	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
8-9	1	0.00	0.0	0	—	—	0	—	—	0	—	—
10-11	5	60.00	0.0	0	—	—	1	100.00	0.0	1	0.00	0.0
12-13	3	0.00	1.3	3	66.67	0.0	2	100.00	0.5	7	42.86	0.0
14-15	14	85.71	5.8	5	60.00	0.0	6	50.00	0.2	8	62.50	0.1
16-17	11	72.73	1.5	14	50.00	0.1	11	72.73	1.5	10	60.00	0.1
18-19	20	55.00	0.1	21	71.43	3.0	20	45.00	0.1	22	63.64	1.1
20-21	23	73.91	4.3	32	53.13	0.0	28	75.00	6.0	27	85.19	12.0
22-23	28	67.86	2.9	46	54.35	0.2	42	64.29	2.9	36	80.56	12.3
24-25	45	66.67	4.4	47	46.81	0.1	54	62.96	3.1	43	72.09	7.5
26-27	56	75.00	13.0	55	50.91	0.0	69	66.67	7.0	64	65.63	5.6
28-29	47	61.70	2.1	62	43.55	0.8	75	50.67	0.0	51	54.90	0.3
30-31	28	42.86	0.3	47	36.17	3.1	65	44.62	0.6	54	44.44	0.5
32-33	34	32.35	3.6	50	28.00	8.8	45	24.44	10.8	40	20.00	13.2
34-35	22	36.36	1.1	38	15.79	16.4	21	28.57	3.0	23	17.39	8.5
36-37	15	20.00	4.3	11	0.00	9.1	5	0.00	3.2	14	35.71	0.6
38-39	3	0.00	1.3	5	0.00	3.2	3	33.33	0.0	5	0.00	3.2
40-41	2	0.00	0.5	0	—	—	1	0.00	0.0	0	—	—
42-43	0	—	—	0	—	—	0	—	—	222	—	—
44-45	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
Total	357	57.42	7.6	436	41.97	10.9	448	52.68	1.2	405	54.81	3.6

P < 0.1 X² > 2.71 *P < 0.05 X² > 3.84 **P < 0.01 X² > 6.63 ***

*

Tabla 3.2.3. *Liocarcinus arcuatus*. Proporción sexual por grupos de talla de 2 mm de anchura de caparazón, expresado como % de hembras con respecto al total de individuos de cada clase (N°), y porcentaje total de hembras en cada mes para la estación P3. Se indica el resultado del test χ^2 efectuado para cada clase de talla y para el total.

Anchura caparazón (mm)	JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE		
	N°	% Hembras	χ^2	N°	% Hembras	χ^2	N°	% Hembras	χ^2	N°	% Hembras	χ^2
4-5	0	----	----	0	----	----	0	----	----	0	----	----
6-7	2	50.00	0.5	0	----	----	0	----	----	0	----	----
8-9	6	0.00	4.2	6	33.33	0.2	1	0.00	0.0	0	----	----
10-11	30	36.67	1.6	11	54.55	0.0	0	----	----	1	0.00	0.0
12-13	26	65.38	1.9	57	59.65	1.8	2	0.00	0.5	2	50.00	0.5
14-15	31	67.74	3.2	68	47.06	0.1	10	60.00	0.1	4	25.00	0.3
16-17	38	55.26	0.2	36	52.78	0.0	18	72.22	2.7	4	50.00	0.3
18-19	47	44.68	0.3	67	43.28	1.0	39	66.67	3.7	12	41.67	0.1
20-21	75	65.33	6.5	51	50.98	0.0	61	59.02	1.6	21	66.67	1.7
22-23	71	61.97	3.6	52	63.46	3.3	109	52.29	0.1	41	63.41	2.4
24-25	77	66.23	7.5	59	52.54	0.1	129	49.61	0.0	87	70.11	13.3
26-27	78	64.10	5.7	68	57.35	1.2	111	47.75	0.1	123	65.85	11.7
28-29	86	68.60	11.2	42	64.29	2.9	82	35.37	6.5	124	68.55	16.3
30-31	39	48.72	0.0	17	47.06	0.0	69	24.64	16.8	116	32.76	13.1
32-33	28	14.29	12.9	6	16.67	1.5	57	3.51	47.4	61	22.95	16.8
34-35	14	28.57	1.8	6	0.00	4.2	20	0.00	18.1	44	15.91	19.1
36-37	10	20.00	2.5	2	0.00	0.5	8	0.00	6.1	22	18.18	7.7
38-39	4	0.00	2.3	1	0.00	0.0	1	0.00	0.0	6	16.67	1.5
40-41	2	0.00	0.5	0	----	----	0	----	----	0	----	----
42-43	0	----	----	0	----	----	0	----	----	0	----	----
44-45	0	----	----	0	----	----	0	----	----	0	----	----
Total	664	56.33	10.4	549	52.28	1.0	717	42.26	16.9	668	50.90	0.2

Anchura caparazón (mm)	NOVIEMBRE			DICIEMBRE			ENERO			FEBRERO		
	N°	% Hembras	χ^2	N°	% Hembras	χ^2	N°	% Hembras	χ^2	N°	% Hembras	χ^2
4-5	0	----	----				3	0.00	1.3	0	----	----
6-7	0	----	----				14	42.86	0.1	2	0.00	0.5
8-9	0	----	----				24	41.67	0.4	8	50.00	0.1
10-11	2	0.00	0.5				35	51.43	0.0	23	26.09	4.3
12-13	1	100.00	0.0				46	30.43	6.3	23	26.09	4.3
14-15	0	----	----				36	16.67	14.7	26	38.46	1.0
16-17	1	100.00	0.0				22	18.18	7.7	24	37.50	1.0
18-19	7	85.71	2.3				17	17.65	5.9	8	37.50	0.1
20-21	3	100.00	1.3				12	8.33	6.8	6	33.33	0.2
22-23	27	70.37	3.7				25	60.00	0.6	3	33.33	0.0
24-25	72	63.89	5.0				59	79.66	19.6	8	50.00	0.1
26-27	93	63.44	6.2				93	82.80	38.7	10	80.00	2.5
28-29	120	63.33	8.0				119	79.83	41.2	21	71.43	3.0
30-31	92	63.04	5.8				78	80.77	28.3	35	62.86	1.8
32-33	45	40.00	1.4				33	60.61	1.1	54	68.52	6.7
34-35	40	32.50	4.2				40	42.50	0.6	45	37.78	2.2
36-37	11	72.73	1.5				26	38.46	1.0	44	22.73	12.0
38-39	9	88.89	4.0				20	15.00	8.5	38	18.42	13.9
40-41	0	----	----				9	11.11	4.0	12	0.00	10.1
42-43	0	----	----				6	0.00	4.2	5	0.00	3.2
44-45	0	----	----				0	----	----	0	----	----
Total	523	60.42	22.3				717	57.18	14.5	395	40.76	13.1

Anchura caparazón (mm)	MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO		
	N°	% Hembras	χ^2	N°	% Hembras	χ^2	N°	% Hembras	χ^2	N°	% Hembras	χ^2
4-5	0	----	----	0	----	----	0	----	----	0	----	----
6-7	1	0.00	0.0	0	----	----	0	----	----	0	----	----
8-9	6	16.67	1.5	0	----	----	0	----	----	0	----	----
10-11	16	37.50	0.6	3	66.67	0.0	0	----	----	0	----	----
12-13	12	50.00	0.1	5	40.00	0.0	1	100.00	0.0	0	----	----
14-15	32	25.00	7.0	1	100.00	0.0	3	100.00	1.3	0	----	----
16-17	19	47.37	0.0	7	28.57	0.6	1	100.00	0.0	2	50.00	0.5
18-19	27	37.04	1.3	11	27.27	1.5	1	100.00	0.0	2	50.00	0.5
20-21	22	40.91	0.4	13	38.46	0.3	0	----	----	0	----	----
22-23	19	42.11	0.2	15	40.00	0.3	2	100.00	0.5	2	0.00	0.5
24-25	10	40.00	0.1	23	69.57	2.8	2	100.00	0.5	0	----	----
26-27	27	59.26	0.6	28	78.57	8.0	7	85.71	2.3	1	100.00	0.0
28-29	29	82.76	11.2	43	83.72	18.2	6	100.00	4.2	3	100.00	1.3
30-31	50	88.00	27.4	50	78.00	14.6	8	75.00	1.1	6	83.33	1.5
32-33	70	65.71	6.3	91	71.43	15.9	16	75.00	3.1	8	75.00	1.1
34-35	89	35.96	6.5	90	52.22	0.1	18	83.33	6.7	7	71.43	0.6
36-37	76	19.74	26.6	67	32.84	7.2	6	33.33	0.2	4	25.00	0.3
38-39	50	14.00	24.5	44	25.00	10.0	3	33.33	0.0	4	25.00	0.3
40-41	23	4.35	17.4	14	7.14	8.6	4	0.00	2.3	0	----	----
42-43	7	14.29	2.3	1	0.00	0.0	0	----	----	1	100.00	0.0
44-45	1	0.00	0.0	0	----	----	0	----	----	0	----	----
Total	586	42.15	14.1	506	55.34	5.6	80	72.50	15.3	40	62.50	2.0

P < 0.1 χ^2 > 2.71 * P < 0.05 χ^2 > 3.84 ** P < 0.01 χ^2 > 6.63 ***

3.2.1.2. VARIACIONES TEMPORALES DE LA PROPORCIÓN SEXUAL

En la zona interna de bateas B1 tan solo se observan diferencias significativas en el mes de julio, en el cual el número de machos es mayor que el de hembras (Tabla 3.2.4). Estas diferencias observadas en julio también se manifiestan en la otra estación de bateas B6, en donde se observan además desviaciones de la proporción sexual en los meses de marzo y junio en los que dominan las hembras, y en abril en el cual son los machos los más abundantes (Tabla 3.2.4).

En la estación de playa P3 se aprecian diferencias altamente significativas en la práctica totalidad del año (Tabla 3.2.4). La proporción de hembras parece ser mayor durante los meses de otoño e inicio de invierno (de octubre a enero) y en la primavera-verano (de abril a agosto). El mayor número de machos correspondería entonces a los meses de invierno (febrero-marzo) y a finales de verano (septiembre).

Tabla 3.2.4. *Liocarcinus arcuatus*. Proporción sexual (% de hembras) con respecto al total de individuos de cada clase (Nº) en cada mes y para cada estación. Se indica el resultado del test X² efectuado.

MESES	Estación B1			Estación B6				Estación P3			
	Nº	% Hembras	X ²	Nº	% Hembras	X ²		Nº	% Hembras	X ²	
JUL	44	36.36	2.8	190	38.42	9.7	***	664	56.33	10.4	***
AGO	58	46.55	0.2	186	49.46	0.0		549	52.28	1.0	
SEP	2	100.00	0.5	102	54.90	0.8		717	42.26	16.9	***
OCT	16	62.50	0.6	200	52.00	0.2		668	50.90	0.2	
NOV	25	56.00	0.2	74	43.24	1.1		523	60.42	22.3	***
DIC	—	—	—	—	—	—		—	—	—	
ENE	9	77.78	1.8	125	46.40	0.5		717	57.18	14.5	***
FEB	39	56.41	0.4	89	55.06	0.7		395	40.76	13.1	***
MAR	16	50.00	0.1	357	57.42	7.6	***	586	42.15	14.1	***
ABR	12	50.00	0.1	436	41.97	10.9	***	506	55.34	5.6	**
MAY	40	57.50	0.6	448	52.68	1.2		80	72.50	15.3	***
JUN	65	49.23	0.0	405	54.81	3.6	*	40	62.50	2.0	
P<0.1 X ² >2.71 * P<0.05 X ² >3.84 ** P<0.01 X ² >6.63 ***											

Si comparamos las variaciones temporales de la proporción sexual entre las diferentes estaciones parece existir un patrón inverso entre la estación de playa P3 y ambas estaciones de batea B1 y B6, puesto que en los meses en que la proporción de hembras es mayor en P3, esta proporción parece disminuir en B1 y principalmente en B6. De manera inversa los machos aumentan su proporción en B1 y B6 cuando disminuyen en P3. La posible existencia de migraciones entre diferentes áreas de la ría podría ser una de las

posibles causas de este hecho.

3.2.2. ANÁLISIS DE LAS DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIA DE TALLAS DE *L. arcuatus*

3.2.2.1. VARIACIONES ESPACIALES

Las Figuras 3.2.1, 3.2.2 y 3.2.3 muestran las distribuciones de frecuencia de tallas de *L. arcuatus* en las estaciones B1, B6 y P3 respectivamente, sobre las que ha sido aplicado un Test de Kolmogorov-Smirnov con el fin de establecer comparaciones entre pares de estaciones. El test se aplicó a ambos sexos y para cada uno de los meses muestreados y los resultados obtenidos indican que al menos durante gran parte del año existen diferencias significativas (Tabla 3.2.5).

Tabla 3.2.5. *Liocarcinus arcuatus*. Comparación de la estructura de la población (distribución de frecuencias de talla) de los machos y hembras entre pares de estaciones para cada mes muestreado por medio del Test de Kolmogorov-Smirnov. Se indica el valor del estadístico Z y el valor de significación.

	MACHOS			HEMBRAS		
	B1-B6	B1-P3	B6-P3	B1-B6	B1-P3	B6-P3
JUL	0.936 ns	2.232 ***	3.358 ***	0.658 ns	1.372 **	1.623 ***
AGO	1.181 ns	3.015 ***	3.660 ***	1.624 ***	2.759 ***	2.905 ***
SEP	—	—	2.906 ***	0.732 ns	0.823 ns	3.241 ***
OCT	0.842 ns	1.043 ns	1.495 **	0.460 ns	1.008 ns	2.377 ***
NOV	1.585 **	2.335 ***	2.667 ***	1.240 *	1.660 ***	1.510 **
DIC	—	—	—	—	—	—
ENE	0.998 ns	0.813 ns	1.405 **	0.726 ns	0.734 ns	1.365 **
FEB	0.589 ns	1.373 **	2.159 ***	1.099 ns	0.679 ns	2.290 ***
MAR	0.617 ns	0.621 ns	3.652 ***	1.090 ns	0.401 ns	4.501 ***
ABR	0.789 ns	0.970 ns	4.454 ***	0.540 ns	1.296 *	4.826 ***
MAY	0.784 ns	1.760 ***	2.796 ***	1.241 *	1.040 ns	3.009 ***
JUN	0.809 ns	0.934 ns	1.518 ***	1.662 ***	1.424 **	2.912 ***
P<0.1 * P<0.05 ** P<0.01 ***						

Las mayores diferencias se producen al comparar la estación de playa P3 con las dos estaciones de batea B1 y B6, tanto para los machos como para las hembras. Al comparar la estación de playa P3 con la estación B1, se observa que ambos sexos presentan diferencias significativas principalmente en aquellos meses en que el número de individuos capturados en B1 es mayor.

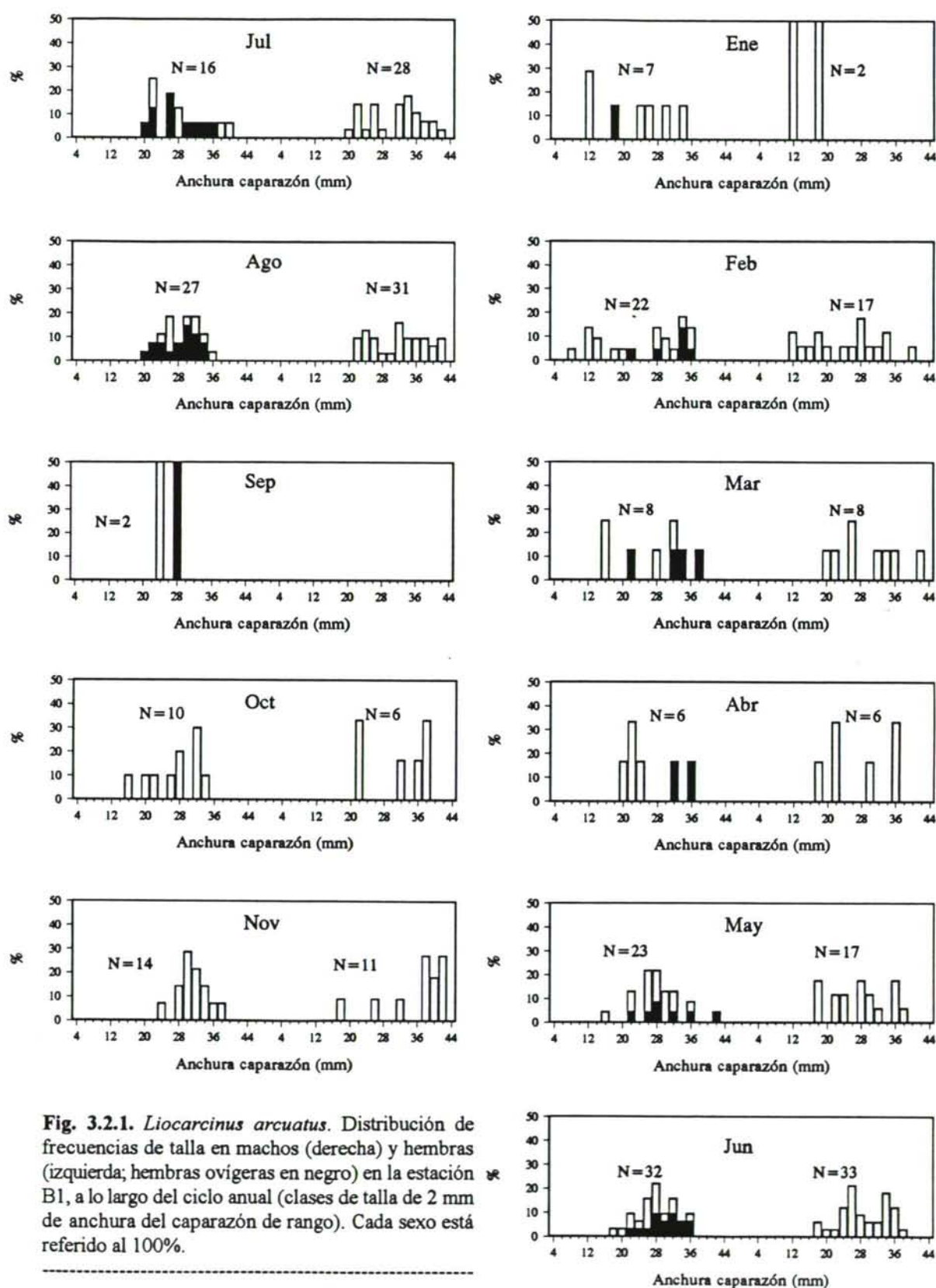
Al comparar la otra estación de bateas B6, con la estación de playa P3, se obtienen valores altamente significativos ($P > 0.01$) para ambos sexos en todo el ciclo anual (Tabla 3.2.5). Visualmente se puede apreciar en las distribuciones de frecuencia de tallas (Figs. 3.2.2 y 3.2.3) que en aquellos meses (febrero, marzo) en que la población de la estación B6 está constituida principalmente por individuos de tallas medias (entre 20-30 mm de anchura de caparazón), en P3 son las tallas menores y mayores las dominantes en la población y viceversa. Existe pues para ambos sexos un desplazamiento de las tallas entre ambas estaciones de modo que a la dominancia de unas determinadas tallas en una estación le corresponde la dominancia de las tallas complementarias en la otra estación (Figs. 3.2.2 y 3.2.3).

Las diferencias existentes entre las dos estaciones de bateas B1 y B6 a lo largo del año son prácticamente inexistentes (Tabla 3.2.5), presentando las hembras mayor variación que los machos lo cual puede estar presumiblemente relacionado con aspectos de tipo reproductivo.

3.2.2.2. RECLUTAMIENTO AL ARTE

En relación con el reclutamiento al arte del grupo de edad 0+, se observan grandes diferencias entre cada una de las estaciones muestreadas. En la zona de cultivo B1 no se aprecia ningún reclutamiento a lo largo del ciclo anual, estando su población formada principalmente por individuos de tallas superiores a los 16 mm de anchura de caparazón (Fig. 3.2.1). De todas formas destaca el hecho del bajo número de ejemplares capturados en esta estación en la mayoría de los meses estudiados.

Por el contrario en la estación B6, área de cultivo de mejillón en batea aunque de características algo distintas a B1, se observa un claro período de reclutamiento los meses de octubre y noviembre, y quizás un segundo reclutamiento menos claro el mes de marzo (más claro en el caso de los machos que en el de las hembras). De todas formas la



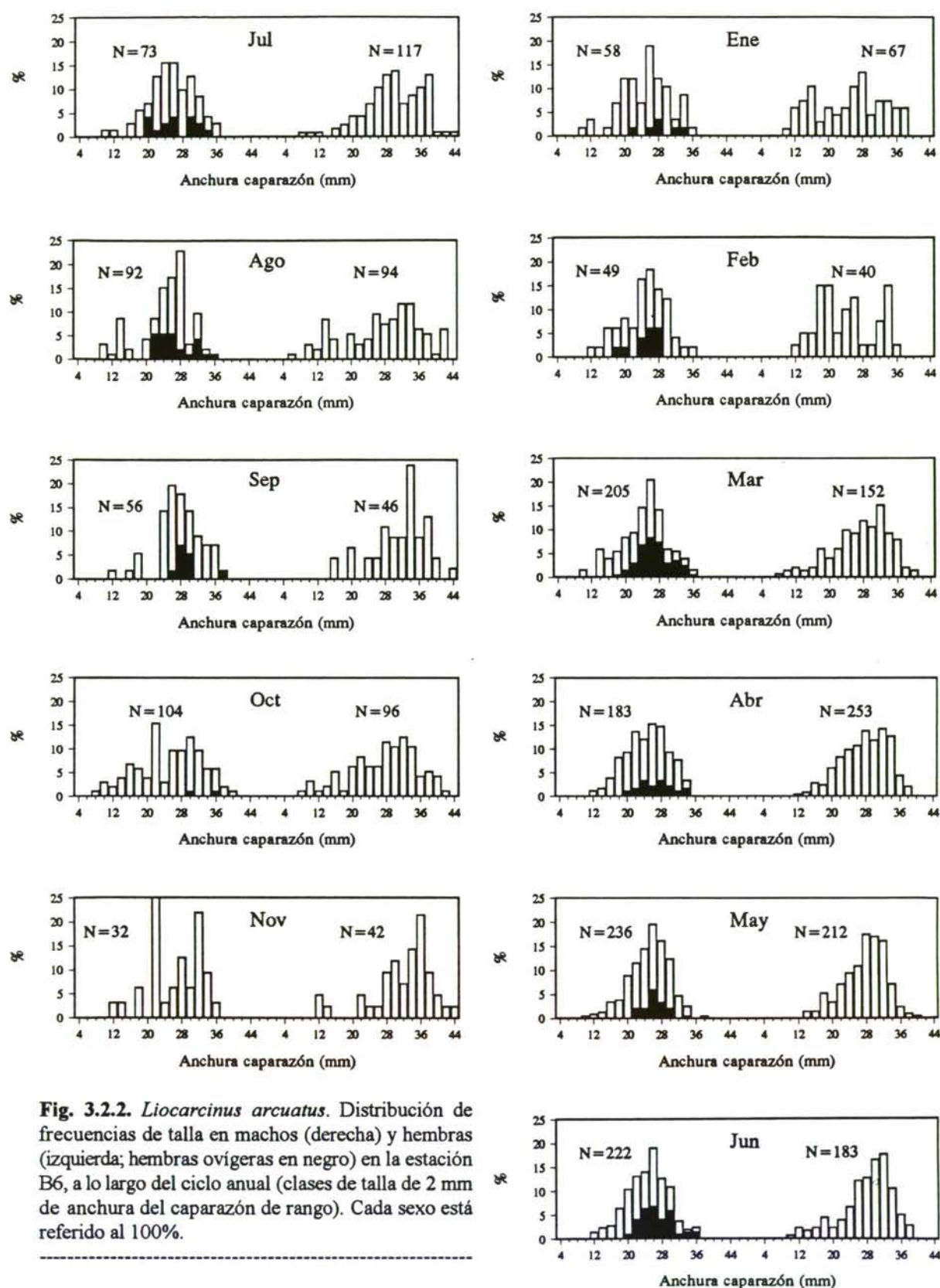


Fig. 3.2.2. *Liocarcinus arcuatus*. Distribución de frecuencias de talla en machos (derecha) y hembras (izquierda; hembras ovígeras en negro) en la estación B6, a lo largo del ciclo anual (clases de talla de 2 mm de anchura del caparazón de rango). Cada sexo está referido al 100%.

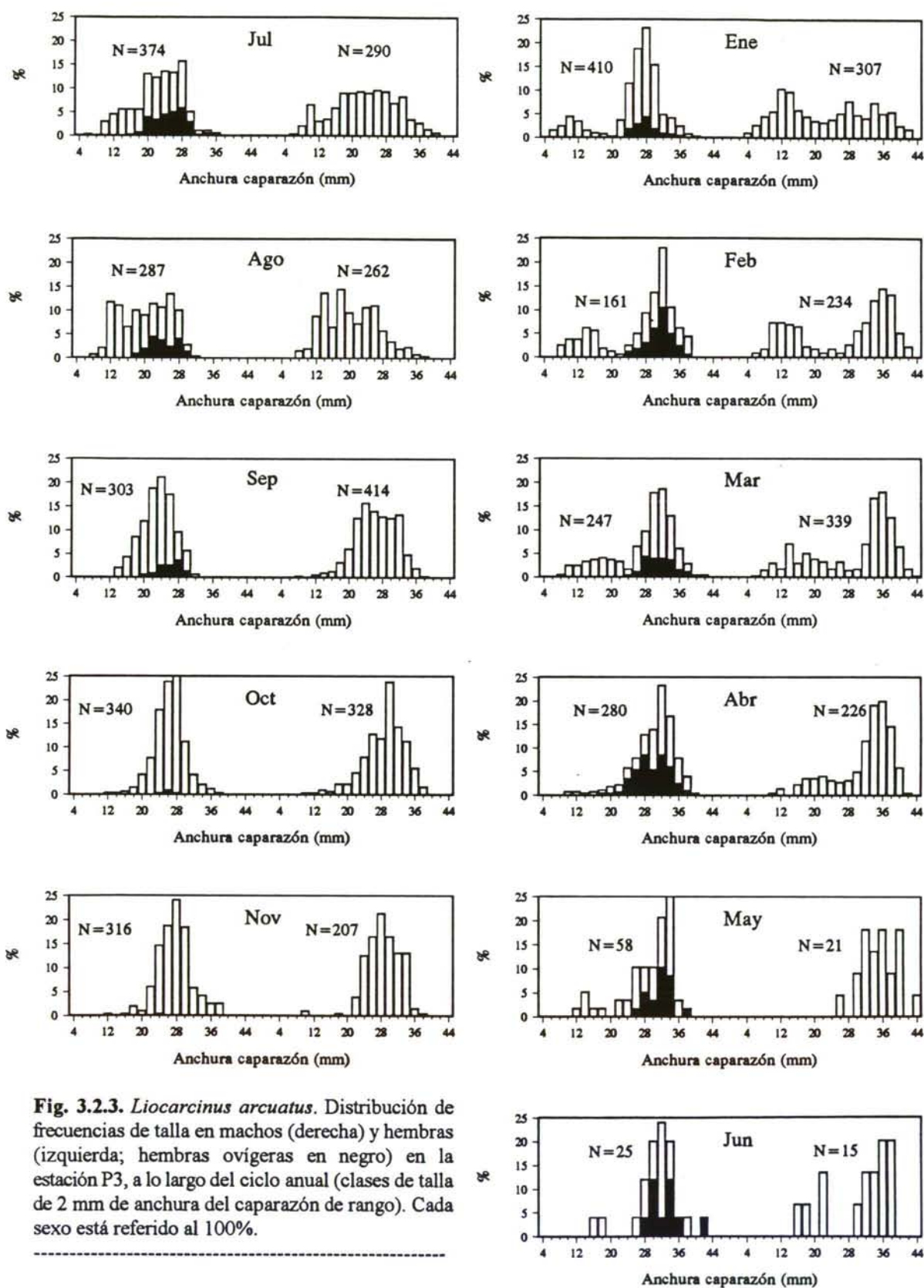
evolución mensual de las distribuciones de frecuencia de tallas en B6 no parece indicar la existencia de reclutamientos muy marcados, sino más bien de un continuo reclutamiento de individuos de tallas cercanas a los 10-12 mm de anchura de caparazón a lo largo de todo el ciclo anual (Fig.3.2.2).

En la estación de playa P3 tan solo se aprecia un reclutamiento al arte de gran importancia que se produce en los meses de enero-febrero (Fig.3.2.3). La presencia de hembras ovígeras en la práctica totalidad de los meses (excepto octubre y noviembre) no se corresponde con la ausencia de reclutas en la mayor parte del ciclo anual, por lo que debe de ser en otras zonas de la ría en donde se produce la incorporación a la población de los individuos juveniles provenientes de las ovígeras de esta estación (al menos durante parte del ciclo anual).

3.2.2.3. ANÁLISIS MULTIVARIANTE DE LAS DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIA DE TALLAS: PATRONES DE VARIABILIDAD

El análisis de correspondencias aplicado para cada sexo sobre las distribuciones de frecuencias de tallas de cada estación, muestra la existencia de variabilidad espacial y temporal en la estructura de población de *L. depurator* en las diferentes estaciones. En ambos sexos la organización de la variables (clases de tallas) sobre los dos primeros ejes extraídos (representando el 65.8% y el 70.6% de la varianza en hembras y machos respectivamente) es bastante semejante. La organización de las muestras (meses) de ambos sexos sobre los dos ejes indica la existencia de marcadas diferencias principalmente entre las dos estaciones de batea (Fig. 3.2.4).

El eje I muestra con respecto a la talla una tendencia a oponer las tallas extremas (grandes y pequeñas) a las tallas medias. El eje II por contra opone las tallas más grandes a las tallas más pequeñas. De todas formas se observan diferencias importantes en la disposición de las clases de talla de ambos sexos, sobre todo en las más inferiores, mientras



que en las tallas medias y superiores la semejanza es mayor (Fig. 3.2.4).

La disposición de las muestras mensuales no presentan en la estación de batea interna B1 un claro patrón, existiendo sobre todo en el caso de las hembras una alternancia entre las mismas. Una situación cercana a las tallas más inferiores en un determinado mes se corresponde en el mes siguiente con una situación cercana a las tallas medias o más elevadas y viceversa. En el caso de los machos parece existir una mayor homogeneidad localizándose la práctica totalidad de las muestras cercanas a las tallas medias. La representación de las muestras confirman la inexistencia de un claro período de reclutamiento en esta estación como ya se había citado anteriormente.

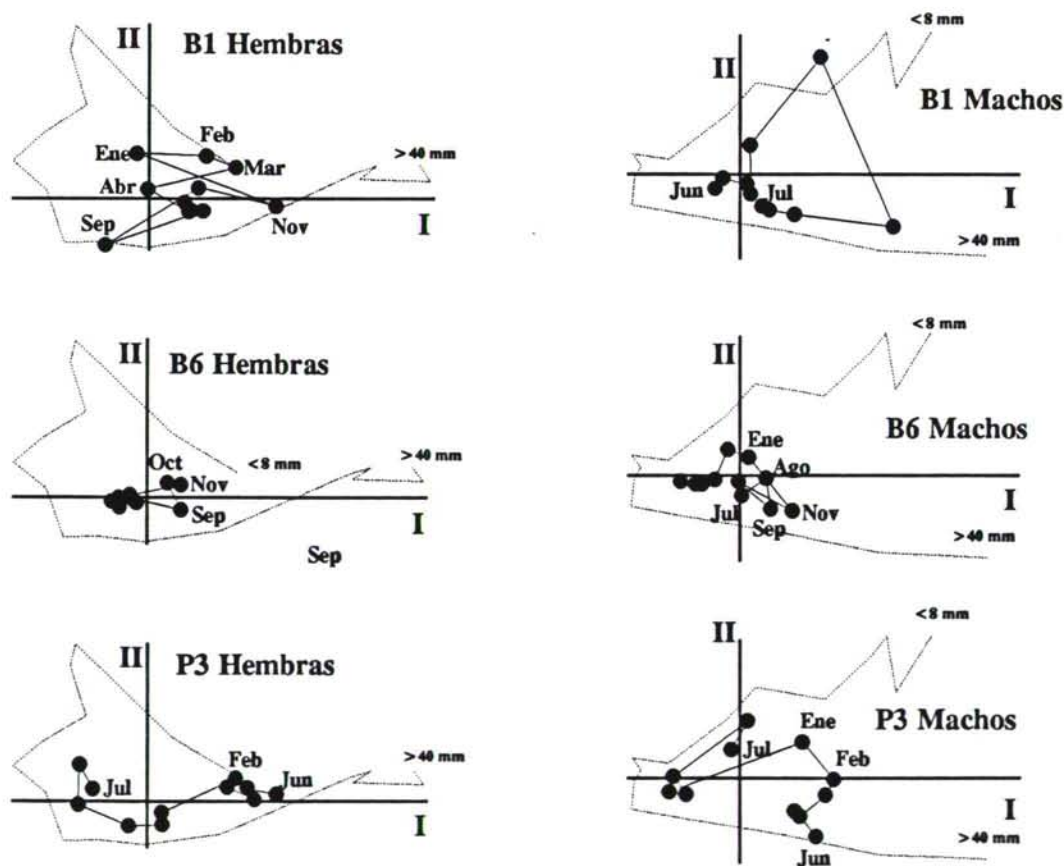


Fig. 3.2.4. *Liocarcinus arcuatus*. Análisis de correspondencias de las distribuciones de frecuencia de tallas para machos (derecha) y hembras (izquierda). Se muestran las clases de talla (en línea discontinua) y las muestras mensuales (en línea continua) de cada estación sobre los ejes I y II. Los análisis de las muestras mensuales se disponen separadamente para una mejor comprensión del gráfico.

En la otra estación de bateas B6 las distribuciones de frecuencia de tallas muestran muy poca variación temporal. Principalmente en las hembras se observa que las muestras de octubre y noviembre (período principal de reclutamiento) se sitúan más próximas a las clases de talla más pequeñas, mientras las muestras de los machos se localizan por lo general en torno a los tamaños medios.

La estación de playa P3 muestra como los meses en que se produce el principal reclutamiento (enero-febrero) se localizan en ambos sexos cerca de las tallas inferiores (Fig.3.2.4). La disposición de las muestras de los restantes meses indica que el posterior y gradual crecimiento de la cohorte se produce con menor rapidez en las hembras que en los machos, los cuales alcanzan antes mayores tallas.

3.2.3. ANÁLISIS DE LA PROPORCIÓN SEXUAL DE *L. depurator*

3.2.3.1. EVOLUCIÓN DE LA PROPORCIÓN SEXUAL EN FUNCIÓN DE LA TALLA

La totalidad de tallas muestreadas de *L. depurator* han sido agrupadas en intervalos de 2 mm de anchura de caparazón, empleándose un test X^2 para analizar las desviaciones existentes con respecto a la proporción teórica de sexos 1:1. El test fue aplicado en cada una de las estaciones y meses muestreados.

Al igual que ocurría en *L. arcuatus*, en la estación de bateas B1 no se observan diferencias significativas en ninguna de las clases de talla (excepto en julio en la clase de talla de 48-49 mm y en agosto en la de 46-47 mm) (Tabla 3.2.6). El bajo número de individuos de *L. depurator* capturados en esta estación puede ser (como ocurría en *L. arcuatus*) la razón de los resultados observados.

Tabla 3.2.6. *Liocarcinus depurator*. Proporción sexual por grupos de talla de 2 mm de anchura de caparazón, expresado como % de hembras con respecto al total de individuos de cada clase (N°), y porcentaje total de hembras en cada mes para la estación B1. Se indica el resultado del test χ^2 efectuado para cada clase de talla y para el total.

Anchura caparazón (mm)	JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE		
	N°	% Hembras	χ^2	N°	% Hembras	χ^2	N°	% Hembras	χ^2	N°	% Hembras	χ^2
10-11	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
12-13	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
14-15	0	—	—	0	—	—	0	—	—	1	0.00	0.0
16-17	0	—	—	1	100.00	0.0	0	—	—	1	0.00	0.0
18-19	0	—	—	2	0.00	0.5	0	—	—	0	—	—
20-21	0	—	—	0	—	—	1	100.00	0.0	0	—	—
22-23	0	—	—	2	50.00	0.5	1	100.00	0.0	0	—	—
24-25	0	—	—	2	50.00	0.5	4	50.00	0.3	1	100.00	0.0
26-27	0	—	—	1	0.00	0.0	1	100.00	0.0	0	—	—
28-29	0	—	—	0	—	—	1	0.00	0.0	0	—	—
30-31	0	—	—	0	—	—	0	—	—	1	100.00	0.0
32-33	1	100.00	0.0	1	100.00	0.0	1	0.00	0.0	1	100.00	0.0
34-35	7	57.14	0.0	2	100.00	0.5	2	0.00	0.5	0	—	—
36-37	2	50.00	0.5	4	75.00	0.3	0	—	—	0	—	—
38-39	8	75.00	1.1	6	83.33	1.5	0	—	—	0	—	—
40-41	11	63.64	0.4	6	66.67	0.2	0	—	—	0	—	—
42-43	7	28.57	0.6	8	37.50	0.1	0	—	—	1	0.00	0.0
44-45	7	42.86	0.0	1	0.00	0.0	0	—	—	0	—	—
46-47	7	14.29	2.3	7	0.00	5.1	0	—	—	0	—	—
48-49	6	0.00	4.2	3	0.00	1.3	0	—	—	0	—	—
50-51	4	0.00	2.3	3	0.00	1.3	0	—	—	0	—	—
52-53	0	—	—	2	0.00	0.5	0	—	—	0	—	—
54-55	0	—	—	0	—	—	1	0.00	0.0	0	—	—
56-57	0	—	—	0	—	—	1	0.00	0.0	0	—	—
Total	60	41.67	1.4	51	41.18	1.3	13	38.46	0.3	6	50.00	0.2

Anchura caparazón (mm)	NOVIEMBRE			DICIEMBRE			ENERO			FEBRERO		
	N°	% Hembras	χ^2	N°	% Hembras	χ^2	N°	% Hembras	χ^2	N°	% Hembras	χ^2
10-11	0	—	—				2	100.00	0.5	0	—	—
12-13	2	50.00	0.5				1	100.00	0.0	0	—	—
14-15	2	50.00	0.5				2	100.00	0.5	0	—	—
16-17	4	50.00	0.3				4	50.00	0.3	1	100.00	0.0
18-19	3	100.00	1.3				0	—	—	5	20.00	0.8
20-21	3	100.00	1.3				3	66.67	0.0	4	75.00	0.3
22-23	4	50.00	0.3				1	0.00	0.0	2	50.00	0.5
24-25	7	42.86	0.0				0	—	—	1	0.00	0.0
26-27	0	—	—				0	—	—	7	57.14	0.0
28-29	0	—	—				1	0.00	0.0	1	100.00	0.0
30-31	0	—	—				0	—	—	1	100.00	0.0
32-33	0	—	—				0	—	—	0	—	—
34-35	0	—	—				0	—	—	1	100.00	0.0
36-37	0	—	—				0	—	—	0	—	—
38-39	0	—	—				0	—	—	0	—	—
40-41	0	—	—				0	—	—	0	—	—
42-43	0	—	—				0	—	—	0	—	—
44-45	0	—	—				0	—	—	0	—	—
46-47	0	—	—				0	—	—	0	—	—
48-49	0	—	—				0	—	—	0	—	—
50-51	0	—	—				0	—	—	0	—	—
52-53	0	—	—				0	—	—	0	—	—
54-55	0	—	—				0	—	—	0	—	—
56-57	0	—	—				0	—	—	0	—	—
Total	25	60.00	0.6				14	64.29	0.6	23	56.52	0.2

Anchura caparazón (mm)	MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO		
	N°	% Hembras	χ^2	N°	% Hembras	χ^2	N°	% Hembras	χ^2	N°	% Hembras	χ^2
10-11	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
12-13	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
14-15	1	100.00	0.0	0	—	—	0	—	—	0	—	—
16-17	1	100.00	0.0	0	—	—	0	—	—	0	—	—
18-19	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
20-21	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
22-23	0	—	—	1	100.00	0.0	0	—	—	0	—	—
24-25	3	100.00	1.3	0	—	—	0	—	—	0	—	—
26-27	1	100.00	0.0	0	—	—	0	—	—	0	—	—
28-29	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
30-31	0	—	—	2	0.00	0.5	1	0.00	0.0	0	—	—
32-33	0	—	—	1	100.00	0.0	0	—	—	0	—	—
34-35	1	0.00	0.0	1	0.00	0.0	1	100.00	0.0	1	100.00	0.0
36-37	1	0.00	0.0	0	—	—	0	—	—	1	0.00	0.0
38-39	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
40-41	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
42-43	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
44-45	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
46-47	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
48-49	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
50-51	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
52-53	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
54-55	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
56-57	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
Total	8	75.00	1.1	5	40.00	0.0	2	50.00	0.5	2	50.00	0.5

$P < 0.1$ $\chi^2 > 2.71$ *

$P < 0.05$ $\chi^2 > 3.84$ **

$P < 0.01$ $\chi^2 > 6.63$ ***

Tabla 3.2.7. *Liocarcinus depurator*. Proporción sexual por grupos de talla de 2 mm de anchura de caparazón, expresado como % de hembras con respecto al total de individuos de cada clase (N°), y porcentaje total de hembras en cada mes para la estación B5. Se indica el resultado del test X² efectuado para cada clase de talla y para el total.

Anchura caparazón (mm)	JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE		
	N°	% Hembras	X ²	N°	% Hembras	X ²	N°	% Hembras	X ²	N°	% Hembras	X ²
6-7	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
8-9	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
10-11	0	—	—	0	—	—	0	—	—	3	100.00	1.3
12-13	0	—	—	0	—	—	1	0.00	0.0	11	54.55	0.0
14-15	0	—	—	0	—	—	0	—	—	4	25.00	0.3
16-17	0	—	—	1	100.00	0.0	7	14.29	2.3	22	59.09	0.4
18-19	1	0.00	0.0	2	0.00	0.5	0	—	—	15	53.33	0.0
20-21	2	30.00	0.5	1	100.00	0.0	1	100.00	0.0	1	0.00	0.0
22-23	0	—	—	1	100.00	0.0	1	0.00	0.0	4	100.00	2.3
24-25	0	—	—	7	57.14	0.0	4	25.00	0.3	7	71.43	0.6
26-27	1	0.00	0.0	4	25.00	0.3	3	66.67	0.0	2	50.00	0.5
28-29	3	33.33	0.0	2	50.00	0.5	6	66.67	0.2	4	100.00	2.3
30-31	4	66.67	0.2	2	0.00	0.5	3	66.67	0.0	3	66.67	0.0
32-33	4	50.00	0.3	4	50.00	0.3	12	41.67	0.1	5	100.00	3.2 *
34-35	12	83.33	4.1 **	12	75.00	2.1	3	33.33	0.0	16	56.25	0.1
36-37	25	64.00	1.4	22	77.27	5.5 **	4	75.00	0.3	13	100.00	11.1 ***
38-39	41	65.85	3.5 *	24	58.33	0.4	10	90.00	4.9 **	15	100.00	13.1 ***
40-41	35	54.29	2.9 *	38	55.26	0.2	6	83.33	1.5	25	96.00	19.4 ***
42-43	38	54.21	3.2 *	41	43.90	0.4	11	54.55	0.0	17	76.47	3.8 *
44-45	39	12.82	20.1 ***	28	21.43	8.0 ***	6	50.00	0.2	15	73.33	2.4
46-47	28	3.57	22.3 ***	20	15.00	8.5 ***	8	25.00	1.1	8	37.50	0.1
48-49	27	0.00	25.0 ***	30	10.00	17.6 ***	12	0.00	10.1 ***	13	7.69	7.7 ***
50-51	28	3.57	22.3 ***	20	5.00	14.5 ***	17	5.88	11.3 ***	11	0.00	9.1 ***
52-53	22	0.00	20.0 ***	23	0.00	21.0 ***	16	0.00	14.1 ***	13	7.69	7.7 ***
54-55	8	0.00	6.1 ***	15	0.00	13.1 ***	15	0.00	13.1 ***	15	0.00	13.1 ***
56-57	4	0.00	2.3	15	0.00	13.1 ***	16	0.00	14.1 ***	8	0.00	6.1 ***
58-59	4	0.00	2.3	6	0.00	4.2 **	6	0.00	4.2 **	17	0.00	15.1 ***
60-61	2	0.00	0.5	4	0.00	2.3	5	0.00	3.2 *	4	0.00	2.3
62-63	1	0.00	0.0	1	0.00	0.0	1	0.00	0.0	7	0.00	5.1 **
64-65	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
66-67	0	—	—	0	—	—	1	0.00	0.0	0	—	—
Total	351	28.10	62.6 ***	323	31.89	41.7 ***	179	25.70	41.3 ***	285	50.18	0.0

Anchura caparazón (mm)	NOVIEMBRE			DICIEMBRE			ENERO			FEBRERO		
	N°	% Hembras	X ²	N°	% Hembras	X ²	N°	% Hembras	X ²	N°	% Hembras	X ²
6-7	1	100.00	0.0	0	—	—	0	—	—	0	—	—
8-9	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
10-11	12	83.33	4.1 **	0	—	—	0	—	—	0	—	—
12-13	25	48.00	0.0	0	—	—	0	—	—	0	—	—
14-15	10	80.00	2.5	0	—	—	1	100.00	0.0	0	—	—
16-17	33	42.42	0.5	0	—	—	1	100.00	0.0	3	0.00	1.3
18-19	51	50.98	0.0	0	—	—	4	75.00	0.3	11	45.45	0.0
20-21	11	63.64	0.4	0	—	—	11	54.55	0.0	9	66.67	0.4
22-23	33	48.48	0.0	0	—	—	22	36.36	1.1	8	50.00	0.1
24-25	26	53.85	0.0	0	—	—	16	37.50	0.6	11	27.27	1.5
26-27	9	66.67	0.4	0	—	—	13	38.46	0.3	30	36.67	1.6
28-29	7	42.86	0.0	0	—	—	36	50.00	0.0	30	36.67	0.3
30-31	17	52.94	0.0	0	—	—	47	33.19	0.1	38	76.32	9.5 ***
32-33	11	54.55	0.0	28	60.71	0.9	24	60.71	0.9	24	58.33	0.4
34-35	6	83.33	1.5	0	—	—	27	77.78	7.3 ***	22	27.27	3.7 *
36-37	9	77.78	1.8	0	—	—	42	57.14	0.6	59	46.15	0.1
38-39	9	66.67	0.4	0	—	—	42	64.29	2.9 *	29	27.59	5.0 **
40-41	28	64.29	1.8	0	—	—	34	52.94	0.0	17	17.65	5.9 **
42-43	11	72.73	1.5	0	—	—	22	45.45	0.0	5	20.00	0.8
44-45	16	62.50	0.6	0	—	—	13	60.00	0.3	11	0.00	9.1 ***
46-47	9	11.11	4.0 **	0	—	—	9	33.56	0.0	3	33.33	0.0
48-49	14	35.71	0.6	0	—	—	8	12.50	3.1 *	6	0.00	4.2 **
50-51	5	20.00	0.8	0	—	—	5	20.00	0.8	3	0.00	1.3
52-53	13	7.69	7.7 ***	0	—	—	1	0.00	0.0	1	0.00	0.0
54-55	20	0.00	18.1 ***	0	—	—	1	0.00	0.0	0	—	—
56-57	24	0.00	22.0 ***	0	—	—	2	0.00	0.5	0	—	—
58-59	11	0.00	9.1 ***	0	—	—	2	0.00	0.5	0	—	—
60-61	4	0.00	2.3	0	—	—	1	0.00	0.0	0	—	—
62-63	2	0.00	0.5	0	—	—	0	—	—	0	—	—
64-65	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
66-67	1	0.00	0.0	0	—	—	0	—	—	0	—	—
Total	452	44.91	4.3 **	0	—	—	390	52.82	1.1	300	42.00	7.4 ***

Anchura caparazón (mm)	MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO		
	N°	% Hembras	X ²	N°	% Hembras	X ²	N°	% Hembras	X ²	N°	% Hembras	X ²
6-7	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
8-9	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
10-11	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
12-13	0	—	—	0	—	—	0	—	—	5	100.00	3.2 *
14-15	2	0.00	0.5	0	—	—	0	—	—	4	25.00	0.3
16-17	1	0.00	0.0	0	—	—	0	—	—	0	—	—
18-19	0	—	—	0	—	—	0	—	—	3	33.33	0.0
20-21	1	0.00	0.0	0	—	—	1	0.00	0.0	1	0.00	0.0
22-23	5	0.00	3.2 *	1	0.00	0.0	0	—	—	0	—	—
24-25	19	47.37	0.0	3	33.33	0.0	0	—	—	1	0.00	0.0
26-27	20	55.00	0.1	4	50.00	0.3	2	50.00	0.5	0	—	—
28-29	46	82.61	18.3 ***	15	46.67	0.0	0	—	—	2	50.00	0.5
30-31	65	83.08	27.1 ***	27	74.07	5.3 **	3	66.67	0.0	4	50.00	0.3
32-33	65	78.46	19.9 ***	35	48.57	0.0	8	87.50	3.1 *	15	80.00	4.3 **
34-35	95	74.74	22.3 ***	59	67.80	6.8 ***	11	81.82	3.3 *	10	90.00	4.9 **
36-37	105	65.71	9.8 ***	73	82.19	29.0 ***	26	76.92	6.5 **	32	90.63	19.5 ***
38-39	74	58.11	1.6	59	76.27	15.3 ***	43	90.70	26.9 ***	36	83.33	14.7 ***
40-41	41	45.90	0.4	44	61.36	1.8	25	65.22	1.6	34	70.59	5.0 **
42-43	30	36.67	1.6	28	50.00	0.0	34	41.18	0.7	15	73.33	2.4
44-45	15	13.33	6.7 ***	35	28.57	5.4 **	15	40.00	0.3	13	53.85	0.0
46-47	24	20.83	7.0 ***	15	13.33	6.7 ***	21	38.10	0.8	8	12.50	3.1
48-49	16	0.00	14.1 ***	20	0.00	18.1 ***	8	12.50	3.1 *	12	0.00	10.1 ***
50-51	10	0.00	8.1 ***	11	0.00	9.1 ***	5	0.00	3.2 *	5	0.00	3.2 *
52-53	4	0.00	2.3	7	0.00	5.1 **	3	0.00	1.3	7	0.00	5.1 **
54-55	3	0.00	1.3	0	—	—	2	0.00	0.5	1	0.00	0.0
56-57	0	—	—	1	0.00	0.0	1	0.00	0.0	6	0.00	4.2 **
58-59	0	—	—	1	0.00	0.0	1	0.00	0.0	2	0.00	0.5
60-61	0	—	—	0	—	—	0	—	—	1	0.00	0.0
62-63	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
64-65	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
66-67	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
Total	605	63.35	42.5 ***	438	55.94	5.9 **	207	58.94	6.3 **	217	61.29	10.6 ***

P < 0.1 X² > 2.71 * P < 0.05 X² > 3.84 ** P < 0.01 X² > 6.63 ***

Tabla 3.2.8. *Liocarcinus depurator*. Proporción sexual por grupos de talla de 2 mm de anchura de caparazón, expresado como % de hembras con respecto al total de individuos de cada clase (N°), y porcentaje total de hembras en cada mes para la estación M1. Se indica el resultado del test χ^2 efectuado para cada clase de talla y para el total.

Anchura caparazón (mm)	JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE		
	N°	% Hembras	χ^2	N°	% Hembras	χ^2	N°	% Hembras	χ^2	N°	% Hembras	χ^2
8-9	0	—	—	0	—	—	0	—	—	1	100.00	0.0
10-11	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
12-13	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
14-15	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
16-17	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
18-19	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
20-21	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
22-23	0	—	—	0	—	—	1	100.00	0.0	0	—	—
24-25	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
26-27	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
28-29	0	—	—	0	—	—	0	—	—	1	0.00	0.0
30-31	1	0.00	0.0	0	—	—	0	—	—	0	—	—
32-33	3	100.00	1.3	0	—	—	0	—	—	0	—	—
34-35	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
36-37	0	—	—	1	100.00	0.0	0	—	—	0	—	—
38-39	1	0.00	0.0	0	—	—	0	—	—	0	—	—
40-41	3	100.00	1.3	2	100.00	0.5	0	—	—	0	—	—
42-43	4	50.00	0.3	1	0.00	0.0	0	—	—	0	—	—
44-45	5	60.00	0.0	1	100.00	0.0	2	100.00	0.5	0	—	—
46-47	1	0.00	0.0	1	0.00	0.0	0	—	—	0	—	—
48-49	1	100.00	0.0	0	—	—	1	0.00	0.0	0	—	—
50-51	0	—	—	1	0.00	0.0	0	—	—	0	—	—
52-53	1	0.00	0.0	0	—	—	0	—	—	0	—	—
54-55	1	0.00	0.0	0	—	—	0	—	—	0	—	—
56-57	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
58-59	0	—	—	0	—	—	0	—	—	1	0.00	0.0
Total	21	57.14	0.2	7	57.14	0.0	4	75.00	0.3	3	33.33	0.0

Anchura caparazón (mm)	NOVIEMBRE			DICIEMBRE			ENERO			FEBRERO		
	N°	% Hembras	χ^2	N°	% Hembras	χ^2	N°	% Hembras	χ^2	N°	% Hembras	χ^2
8-9	0	—	—				0	—	—	0	—	—
10-11	0	—	—				0	—	—	0	—	—
12-13	0	—	—				0	—	—	0	—	—
14-15	0	—	—				0	—	—	0	—	—
16-17	0	—	—				0	—	—	0	—	—
18-19	0	—	—				0	—	—	0	—	—
20-21	0	—	—				0	—	—	0	—	—
22-23	0	—	—				0	—	—	0	—	—
24-25	0	—	—				0	—	—	0	—	—
26-27	0	—	—				0	—	—	0	—	—
28-29	0	—	—				0	—	—	1	100.00	0.0
30-31	0	—	—				0	—	—	0	—	—
32-33	0	—	—				0	—	—	0	—	—
34-35	0	—	—				0	—	—	1	0.00	0.0
36-37	0	—	—				0	—	—	0	—	—
38-39	0	—	—				0	—	—	0	—	—
40-41	1	100.00	0.0				0	—	—	0	—	—
42-43	0	—	—				1	0.00	0.0	0	—	—
44-45	0	—	—				0	—	—	0	—	—
46-47	0	—	—				0	—	—	0	—	—
48-49	0	—	—				0	—	—	0	—	—
50-51	1	0.00	0.0				0	—	—	0	—	—
52-53	0	—	—				0	—	—	0	—	—
54-55	0	—	—				0	—	—	0	—	—
56-57	1	0.00	0.0				0	—	—	0	—	—
58-59	0	—	—				0	—	—	0	—	—
Total	3	33.33	0.0				1	0.00	0.0	2	50.00	0.5

Anchura caparazón (mm)	MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO		
	N°	% Hembras	χ^2	N°	% Hembras	χ^2	N°	% Hembras	χ^2	N°	% Hembras	χ^2
8-9	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
10-11	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
12-13	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
14-15	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
16-17	0	—	—	0	—	—	1	0.00	0.0	0	—	—
18-19	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
20-21	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
22-23	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
24-25	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
26-27	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
28-29	0	—	—	1	0.00	0.0	0	—	—	0	—	—
30-31	0	—	—	3	33.33	0.0	0	—	—	0	—	—
32-33	0	—	—	1	100.00	0.0	2	100.00	0.5	0	—	—
34-35	1	100.00	0.0	0	—	—	3	33.33	0.0	0	—	—
36-37	0	—	—	2	50.00	0.5	0	—	—	2	100.00	0.5
38-39	0	—	—	1	0.00	0.0	0	—	—	0	—	—
40-41	1	0.00	0.0	4	50.00	0.3	0	—	—	1	100.00	0.0
42-43	0	—	—	1	0.00	0.0	1	0.00	0.0	0	—	—
44-45	1	0.00	0.0	1	100.00	0.0	1	0.00	0.0	2	0.00	0.5
46-47	0	—	—	1	0.00	0.0	0	—	—	1	0.00	0.0
48-49	0	—	—	0	—	—	3	66.67	0.0	0	—	—
50-51	0	—	—	0	—	—	0	—	—	1	0.00	0.0
52-53	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
54-55	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
56-57	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
58-59	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—
Total	3	33.33	0.0	15	40.00	0.3	11	45.45	0.0	7	42.86	0.0

$P < 0.1 \chi^2 > 2.71^*$

$P < 0.05 \chi^2 > 3.84^{**}$

$P < 0.01 \chi^2 > 6.63^{***}$

Tabla 3.2.9. *Liocarcinus depurator*. Proporción sexual por grupos de talla de 2 mm de anchura de caparazón, expresado como % de hembras con respecto al total de individuos de cada clase (N°), y porcentaje total de hembras en cada mes para la estación M2. Se indica el resultado del test X² efectuado para cada clase de talla y para el total.

Anchura caparazón (mm)	JULIO			AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE		
	N°	% Hembras	X ²	N°	% Hembras	X ²	N°	% Hembras	X ²	N°	% Hembras	X ²
10-11	0	----	----	0	----	----	0	----	----	0	----	----
12-13	0	----	----	0	----	----	0	----	----	1	0.00	0.0
14-15	0	----	----	1	100.00	0.0	0	----	----	0	----	----
16-17	0	----	----	0	----	----	0	----	----	0	----	----
18-19	0	----	----	0	----	----	0	----	----	0	----	----
20-21	0	----	----	0	----	----	0	----	----	0	----	----
22-23	0	----	----	0	----	----	0	----	----	0	----	----
24-25	0	----	----	0	----	----	3	66.67	0.0	0	----	----
26-27	0	----	----	1	100.00	0.0	1	100.00	0.0	0	----	----
28-29	0	----	----	0	----	----	0	----	----	0	----	----
30-31	0	----	----	0	----	----	0	----	----	0	----	----
32-33	0	----	----	0	----	----	0	----	----	0	----	----
34-35	0	----	----	0	----	----	0	----	----	1	0.00	0.0
36-37	1	0.00	0.0	1	100.00	0.0	2	100.00	0.5	0	----	----
38-39	2	100.00	0.5	2	50.00	0.5	1	100.00	0.0	1	100.00	0.0
40-41	0	----	----	2	50.00	0.5	4	100.00	2.3	0	----	----
42-43	4	50.00	0.3	0	----	----	2	50.00	0.5	0	----	----
44-45	0	----	----	1	100.00	0.0	0	----	----	0	----	----
46-47	3	33.33	0.0	2	50.00	0.5	0	----	----	0	----	----
48-49	2	50.00	0.5	2	100.00	0.5	0	----	----	0	----	----
50-51	0	----	----	2	0.00	0.5	1	0.00	0.0	0	----	----
52-53	1	0.00	0.0	0	----	----	3	0.00	1.3	0	----	----
54-55	1	0.00	0.0	1	0.00	0.0	1	0.00	0.0	0	----	----
56-57	0	----	----	0	----	----	0	----	----	0	----	----
58-59	0	----	----	0	----	----	1	0.00	0.0	0	----	----
Total	14	42.86	0.1	15	60.00	0.3	19	57.89	0.2	3	33.33	0.0

Anchura caparazón (mm)	NOVIEMBRE			DICIEMBRE			ENERO			FEBRERO		
	N°	% Hembras	X ²	N°	% Hembras	X ²	N°	% Hembras	X ²	N°	% Hembras	X ²
10-11	0	----	----				2	50.00	0.5	0	----	----
12-13	0	----	----				0	----	----	0	----	----
14-15	1	100.00	0.0				0	----	----	0	----	----
16-17	1	0.00	0.0				2	0.00	0.5	0	----	----
18-19	1	100.00	0.0				0	----	----	2	50.00	0.5
20-21	2	50.00	0.5				4	25.00	0.3	2	50.00	0.5
22-23	1	100.00	0.0				0	----	----	0	----	----
24-25	1	0.00	0.0				1	100.00	0.0	0	----	----
26-27	3	33.33	0.0				1	100.00	0.0	0	----	----
28-29	2	0.00	0.5				2	50.00	0.5	1	0.00	0.0
30-31	0	----	----				0	----	----	0	----	----
32-33	0	----	----				1	0.00	0.0	3	66.67	0.0
34-35	1	0.00	0.0				1	0.00	0.0	1	0.00	0.0
36-37	0	----	----				2	50.00	0.5	1	0.00	0.0
38-39	0	----	----				1	0.00	0.0	1	0.00	0.0
40-41	2	50.00	0.5				0	----	----	0	----	----
42-43	0	0.00	0.0				0	----	----	1	100.00	0.0
44-45	1	100.00	0.0				0	----	----	0	----	----
46-47	0	----	----				1	0.00	0.0	2	50.00	0.5
48-49	1	100.00	0.0				0	----	----	1	100.00	0.0
50-51	1	0.00	0.0				1	0.00	0.0	1	0.00	0.0
52-53	1	0.00	0.0				1	0.00	0.0	1	0.00	0.0
54-55	0	----	----				0	----	----	0	----	----
56-57	0	----	----				0	----	----	0	----	----
58-59	0	----	----				0	----	----	0	----	----
Total	19	42.11	0.2				20	30.00	2.5	17	41.18	0.2

Anchura caparazón (mm)	MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO		
	N°	% Hembras	X ²	N°	% Hembras	X ²	N°	% Hembras	X ²	N°	% Hembras	X ²
10-11	0	----	----	0	----	----	1	100.00	0.0	0	----	----
12-13	0	----	----	0	----	----	0	----	----	1	100.00	0.0
14-15	1	0.00	0.0	0	----	----	0	----	----	0	----	----
16-17	0	----	----	1	0.00	0.0	0	----	----	0	----	----
18-19	0	----	----	1	0.00	0.0	1	100.00	0.0	0	----	----
20-21	0	----	----	0	----	----	0	----	----	0	----	----
22-23	0	----	----	0	----	----	0	----	----	0	----	----
24-25	2	50.00	0.5	0	----	----	0	----	----	0	----	----
26-27	2	0.00	0.5	0	----	----	0	----	----	0	----	----
28-29	2	100.00	0.5	0	----	----	0	----	----	1	0.00	0.0
30-31	2	0.00	0.5	3	33.33	0.0	1	100.00	0.0	0	----	----
32-33	0	----	----	0	----	----	1	100.00	0.0	1	100.00	0.0
34-35	5	60.00	0.0	6	33.33	0.2	1	0.00	0.0	1	0.00	0.0
36-37	1	0.00	0.0	4	25.00	0.3	2	50.00	0.5	2	100.00	0.5
38-39	3	0.00	1.3	2	50.00	0.5	0	----	----	2	100.00	0.5
40-41	1	0.00	0.0	1	100.00	0.0	1	0.00	0.0	3	66.67	0.0
42-43	1	0.00	0.0	1	----	----	2	50.00	0.5	3	100.00	1.3
44-45	4	0.00	2.3	0	----	----	0	----	----	3	33.33	0.0
46-47	0	----	----	3	33.33	0.0	1	0.00	0.0	2	0.00	0.5
48-49	0	----	----	2	50.00	0.5	0	----	----	4	0.00	2.3
50-51	1	0.00	0.0	2	0.00	0.5	0	----	----	1	0.00	0.0
52-53	0	----	----	0	----	----	1	0.00	0.0	1	0.00	0.0
54-55	0	----	----	0	----	----	0	----	----	0	----	----
56-57	0	----	----	0	----	----	0	----	----	0	----	----
58-59	0	----	----	0	----	----	0	----	----	0	----	----
Total	25	24.00	5.8 **	26	30.77	3.1 *	12	45.45	0.0	25	48.00	0.0

P < 0.1 X² > 2.71 * P < 0.05 X² > 3.84 ** P < 0.01 X² > 6.63 ***

En B5, la otra estación de bateas en la que se capturan individuos de *L. depurator* y localizada más externamente, sí se manifiestan desviaciones significativas de la proporción teórica en un gran rango de tallas y en la totalidad de los meses muestreados, principalmente a partir de los 30-31 mm de anchura de caparazón (Tabla 3.2.7). En general se observa un dominio del número de hembras sobre el de machos en la mayoría de clases de talla situadas por debajo de los 40 mm, pasando a dominar los machos en las tallas más elevadas. Este patrón se observa en la totalidad del ciclo anual.

Tanto en la estación de canal central M1 situada en la parte más interna de la ría como en la estación M2 localizada más cerca de la boca no se aprecian desviaciones significativas de la proporción esperada 1:1 en ninguna de las clases de talla y en ninguno de los meses del año (Tablas 3.2.8 y 3.2.9). De igual forma que en el caso de la estación de bateas B1, el bajo número de individuos capturados puede ser la causa de la inexistencia de diferencias significativas.

3.2.3.2. VARIACIONES TEMPORALES DE LA PROPORCIÓN SEXUAL

Los resultados obtenidos en el estudio de la proporción sexual en cada mes muestran el gran contraste existente entre la estación de bateas B5 y el resto de estaciones estudiadas. Mientras la estación interna de bateas B1 y las estaciones de canal central M1 y M2 no presentan diferencias significativas en la totalidad del año (excepto en M2 en marzo y abril), la estación B5 muestra diferencias altamente significativas en gran parte del ciclo anual (Tabla 3.2.10).

En B5 se observa que durante los meses de verano (julio, agosto y septiembre) el número de machos supera al de hembras. Posteriormente en los meses de otoño e inicio de invierno (octubre, noviembre y enero) no se aprecian diferencias significativas, siendo en esta época cuando se produce la incorporación a la población de ejemplares de menor talla (Tabla 3.2.7), lo cual explicaría que la proporción sexual observada se acerque a la

proporción 1:1 teórica. Por último en los meses de primavera (marzo, abril, mayo y junio) el número de hembras supera significativamente al de machos (Tabla 3.2.10).

El patrón de alternancia de la proporción de ambos sexos observado en la evolución temporal, puede ser debido a las diferencias existentes en sus respectivos ciclos reproductivos o de muda así como a la posible existencia de migraciones, aspectos que condicionarían de algún modo su capturabilidad.

Tabla 3.2.10. *Liocarcinus depurator*. Proporción sexual (% de hembras) con respecto al total de individuos de cada clase (Nº) en cada mes y para cada estación. Se indica el resultado del test X^2 efectuado.

MESES	Estación B1			Estación B5			
	Nº	% Hembras	X^2	Nº	% Hembras	X^2	
JUL	60	41.67	1.4	331	28.10	62.6	***
AGO	51	41.18	1.3	323	31.89	41.7	***
SEP	13	38.46	0.3	179	25.70	41.3	***
OCT	6	50.00	0.2	283	50.18	0.0	
NOV	25	60.00	0.6	283	50.18	0.0	
DIC	--	----	----	--	----	----	
ENE	14	64.29	0.6	390	52.82	1.1	
FEB	23	56.52	0.2	300	42.00	7.4	***
MAR	8	75.00	1.1	603	63.35	42.5	***
ABR	5	40.00	0.0	438	55.94	5.9	**
MAY	2	50.00	0.5	207	58.94	6.3	**
JUN	2	50.00	0.5	217	61.29	10.6	***

MESES	Estación M1			Estación M2			
	Nº	% Hembras	X^2	Nº	% Hembras	X^2	
JUL	21	57.14	0.2	14	42.86	0.1	
AGO	7	57.14	0.0	15	60.00	0.3	
SEP	4	75.00	0.3	19	57.89	0.2	
OCT	3	33.33	0.0	3	33.33	0.0	
NOV	3	33.33	0.0	19	42.11	0.2	
DIC	--	----	----	--	----	----	
ENE	1	0.00	0.0	20	30.00	2.5	
FEB	2	50.00	0.5	17	41.18	0.2	
MAR	3	33.33	0.0	25	24.00	5.8	**
ABR	15	40.00	0.3	26	30.77	3.1	*
MAY	11	45.45	0.0	12	45.45	0.0	
JUN	7	42.86	0.0	25	48.00	0.0	

$P < 0.1$	$X^2 > 2.71$	*	$P < 0.05$	$X^2 > 3.84$	**	$P < 0.01$	$X^2 > 6.63$	***
-----------	--------------	---	------------	--------------	----	------------	--------------	-----

3.2.4. ANÁLISIS DE LAS DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIAS DE TALLAS DE *L. depurator*

3.2.4.1. VARIACIONES ESPACIALES

Un test de Kolmogorov-Smirnov fue aplicado a ambos sexos y para cada uno de los meses muestreados sobre las distribuciones de frecuencia de tallas de todas las estaciones (Fig. 3.2.5, 3.2.6, 3.2.7 y 3.2.8), con el fin de establecer comparaciones dos a dos entre ellas, reflejándose los resultados obtenidos en la Tabla 3.2.11.

Tabla 3.2.11. *Liocarcinus depurator*. Comparación de la estructura de la población (distribución de frecuencias de talla) de los machos y hembras entre pares de estaciones para cada mes muestreado por medio del Test de Kolmogorov-Smirnov. Se indica el valor del estadístico Z y el valor de significación.

MACHOS												
	B1-B5		B1-M1		B1-M2		B5-M1		B5-M2		M1-M2	
JUL	1.142	ns	0.595	ns	0.720	ns	0.670	ns	0.488	ns	0.829	ns
AGO	1.214	ns	0.495	ns	0.745	ns	0.500	ns	0.363	ns	0.471	ns
SEP	1.569	**	-----	---	1.250	*	-----	---	0.590	ns	-----	---
OCT	1.235	*	0.730	ns	0.548	ns	0.516	ns	1.032	ns	0.500	ns
NOV	1.853	***	1.291	*	1.665	***	0.939	ns	0.934	ns	1.064	ns
DIC	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---
ENE	1.633	**	-----	---	0.960	ns	-----	---	1.428	**	-----	---
FEB	2.315	***	-----	---	1.789	***	-----	---	0.710	ns	-----	---
MAR	0.843	ns	1.000	ns	0.708	ns	0.881	ns	0.623	ns	0.920	ns
ABR	1.309	*	1.000	ns	1.069	ns	0.868	ns	1.086	ns	0.544	ns
MAY	-----	---	-----	---	-----	---	1.017	ns	0.515	ns	0.577	ns
JUN	-----	---	-----	---	-----	---	0.861	ns	0.704	ns	0.505	ns
HEMBRAS												
	B1-B5		B1-M1		B1-M2		B5-M1		B5-M2		M1-M2	
JUL	0.836	ns	0.854	ns	0.939	ns	1.323	*	1.072	ns	0.500	ns
AGO	0.730	ns	0.851	ns	1.116	ns	0.595	ns	1.027	ns	0.555	ns
SEP	1.985	***	0.913	ns	1.348	*	0.900	ns	0.618	ns	1.024	ns
OCT	1.111	ns	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---
NOV	1.654	***	-----	---	1.142	ns	-----	---	0.582	ns	-----	---
DIC	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---
ENE	2.780	***	-----	---	1.370	**	-----	---	1.555	**	-----	---
FEB	1.851	***	-----	---	1.360	*	-----	---	1.063	ns	-----	---
MAR	2.348	***	-----	---	1.443	**	-----	---	0.954	ns	-----	---
ABR	1.213	ns	1.021	ns	1.107	ns	0.686	ns	0.673	ns	0.463	ns
MAY	-----	---	-----	---	-----	---	1.117	ns	1.214	ns	0.632	ns
JUN	-----	---	-----	---	-----	---	0.399	ns	0.632	ns	0.516	ns
P < 0.1 * P < 0.05 ** P < 0.01 ***												

Al comparar la estación interna de bateas B1 con la estación de bateas más externa B5, se producen las mayores diferencias tanto en machos como en hembras. En ambos sexos dichas diferencias se observan principalmente en el período de meses que va de septiembre a marzo (Tabla 3.2.11), por lo que no existe una clara influencia del sexo (relacionada con las diferencias existentes en los ciclos reproductivos, de muda, etcétera,

de ambos sexos) en los resultados obtenidos.

Las comparaciones efectuadas entre B1 (estación de bateas) y las dos estaciones de canal central M1 y M2, indican que no existen diferencias temporales con la estación M1 aunque sí con la estación M2 (principalmente en noviembre y febrero en las hembras, y en enero y marzo en los machos), si bien no son de gran importancia (Tabla 3.2.11).

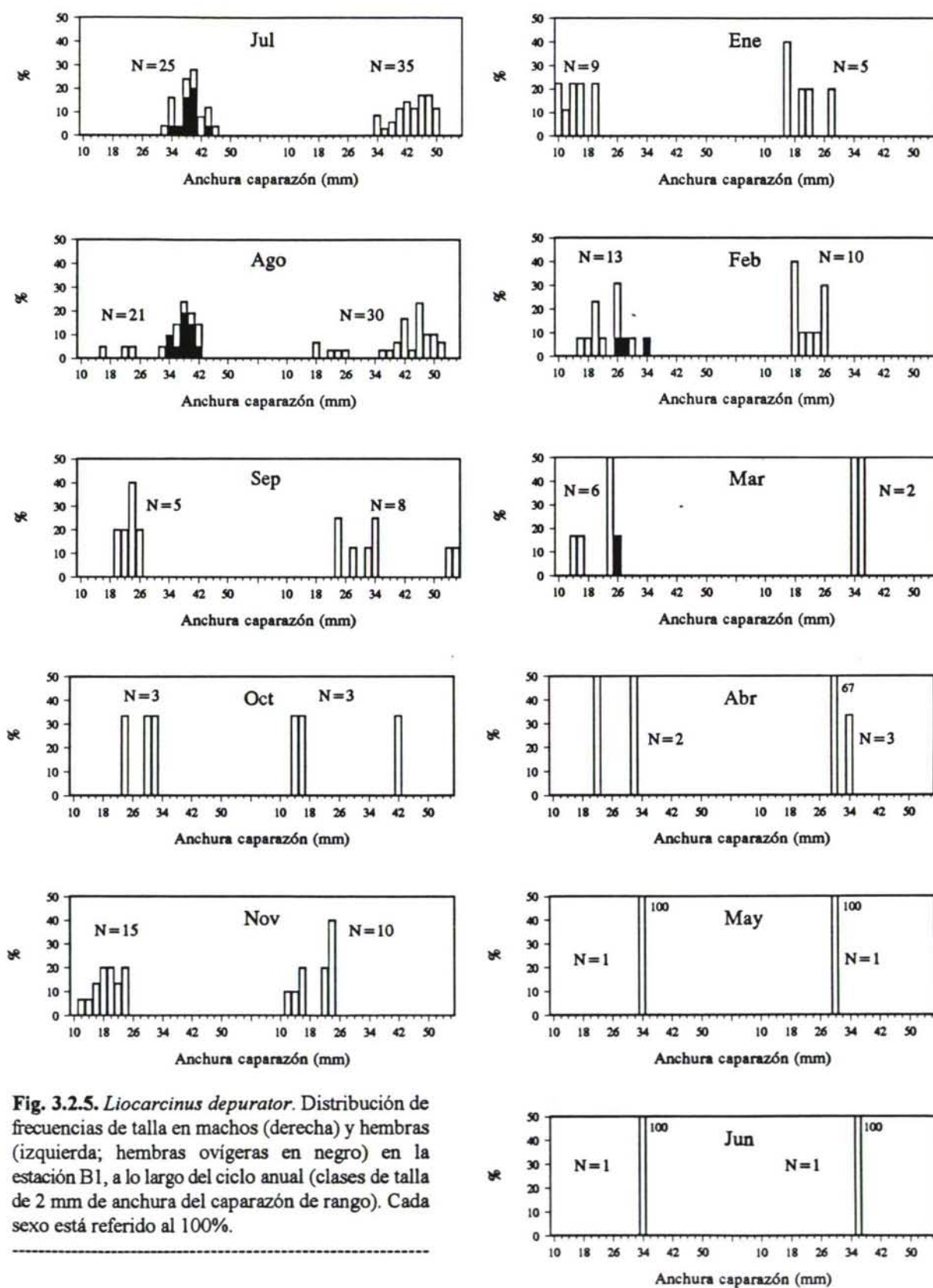
Tampoco se observan diferencias significativas al comparar las dos estaciones de canal central M1 y M2 con la otra estación de bateas B5. Tan solo de manera puntual se observan diferencias poco importantes para las en el mes de julio entre M1 y B5, y para ambos sexos en el mes de enero al comparar M2 y B5.

En ninguno de los meses analizados existen diferencias al comparar las dos estaciones de canal central entre si.

3.2.4.2. RECLUTAMIENTO AL ARTE

El bajo número de ejemplares de *L. depurator* capturados en las estaciones B1, M1 y M2, no permiten establecer un período claro en el cual se produzca el reclutamiento al arte del grupo de edad 0+. Quizás en el caso de la estación de bateas B1 se pueda adivinar la existencia de un pequeño reclutamiento en los meses de noviembre y enero (Fig.3.2.5), aunque siempre mediatizado por el bajo número de individuos capturados.

Sin embargo el otro área de bateas estudiada (estación B5) es una zona en la cual se produce un claro reclutamiento al arte que se manifiesta principalmente en los meses de octubre, noviembre y enero (Fig.3.2.6). La presencia de hembras ovígeras en la práctica totalidad de los meses estudiados (a excepción única de los meses de reclutamiento) debería traducirse en la presencia continua en la propia estación de individuos juveniles reclutándose a lo largo del ciclo anual, lo cual no ha sido observado. Serán por tanto otras zonas de la



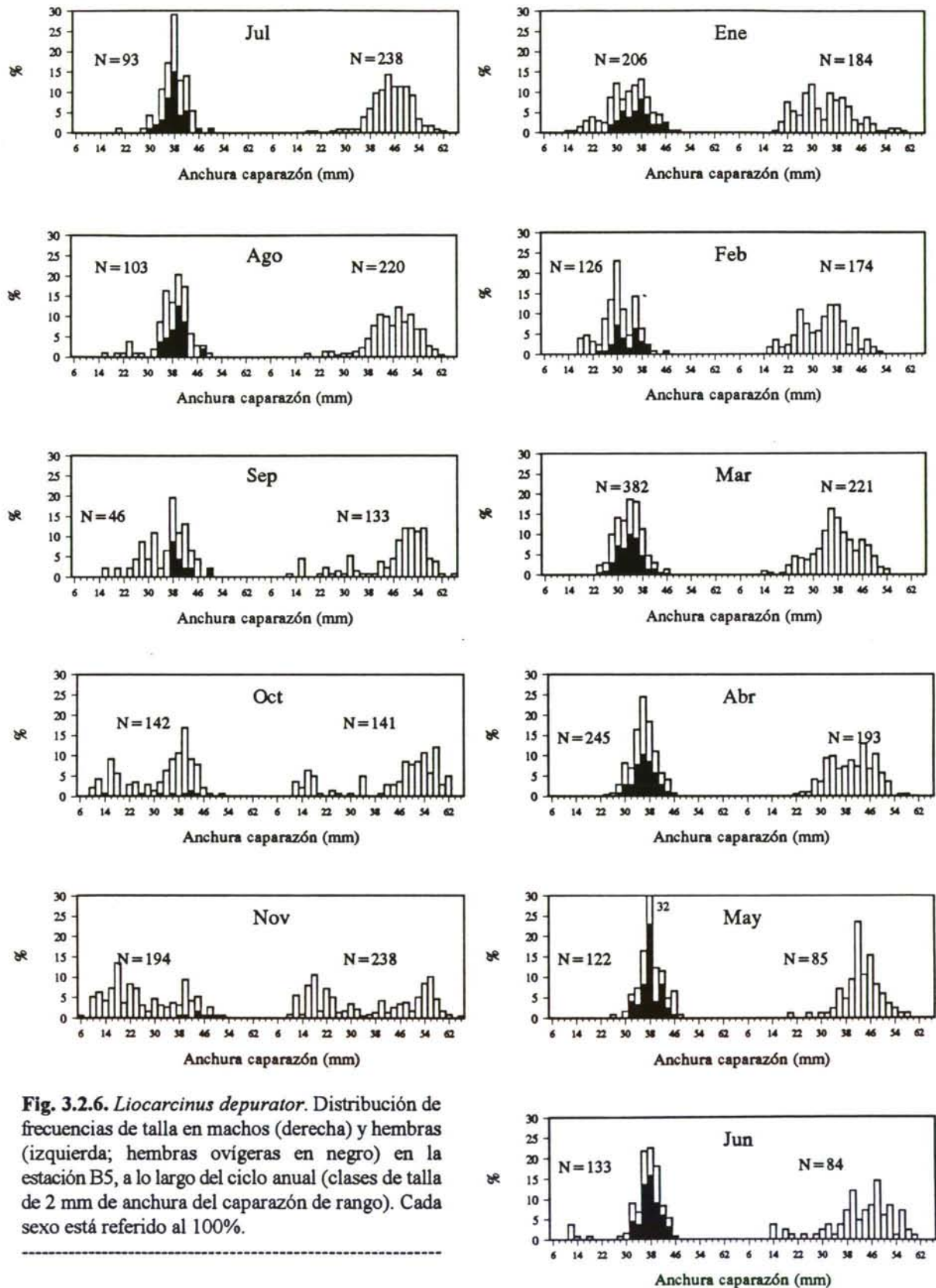
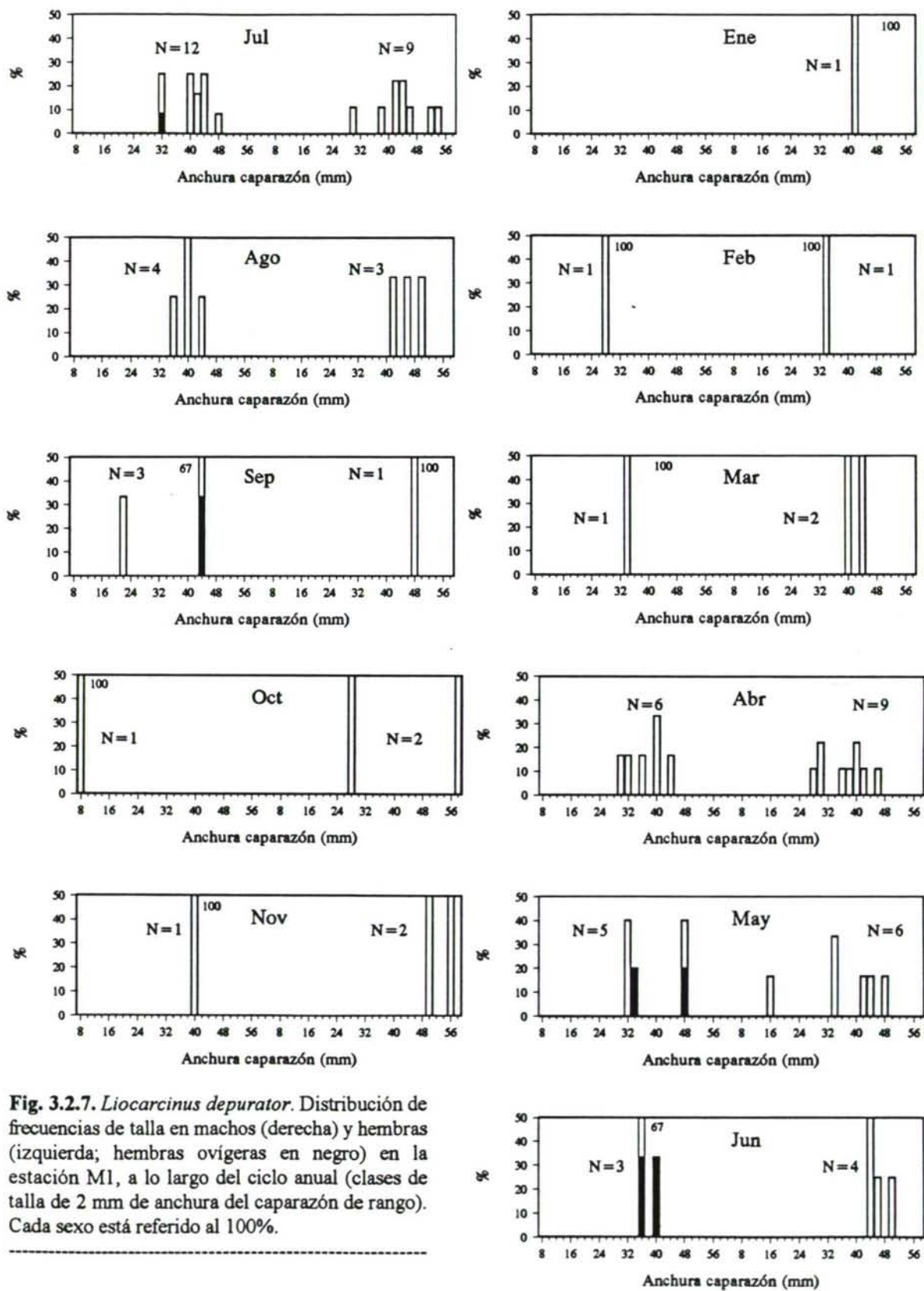
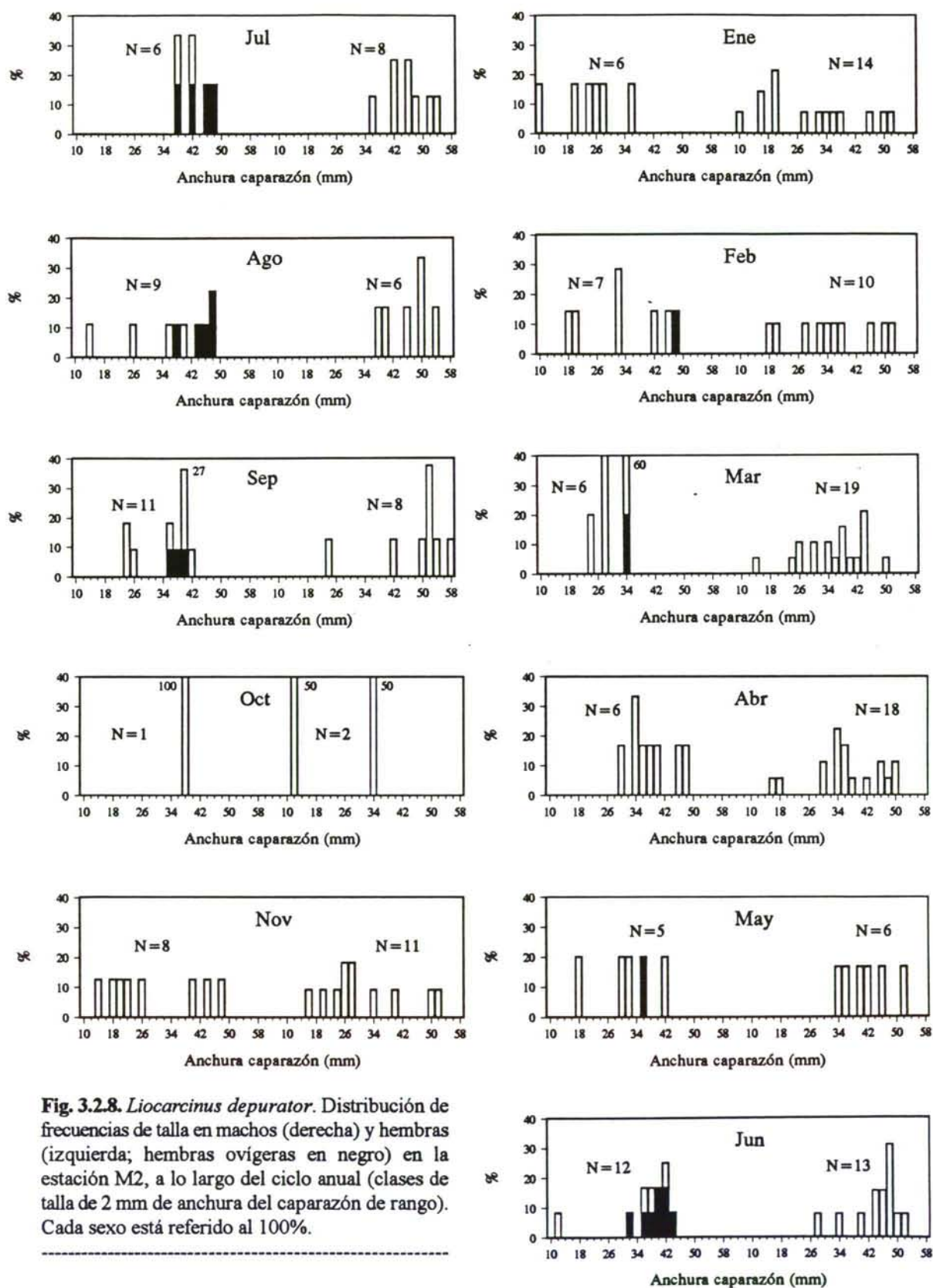


Fig. 3.2.6. *Liocarcinus depurator*. Distribución de frecuencias de talla en machos (derecha) y hembras (izquierda; hembras ovígeras en negro) en la estación B5, a lo largo del ciclo anual (clases de talla de 2 mm de anchura del caparazón de rango). Cada sexo está referido al 100%.





ría las que recibirán a los individuos jóvenes provenientes de las hembras ovígeras de esta estación de al menos parte del ciclo anual.

Como ya hemos citado anteriormente en las estaciones de canal central M1 y M2 no se observa ningún período de reclutamiento al arte como se puede apreciar en las Figuras 3.2.7 y 3.2.8.

3.2.4.3. ANÁLISIS MULTIVARIANTE DE LAS DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIA DE TALLAS: PATRONES DE VARIABILIDAD

Los patrones de variabilidad temporal y espacial obtenidos mediante un análisis de correspondencias sobre las distribuciones de frecuencia de tallas de cada estación, son mucho más homogéneos en *L. depurator* que los obtenidos para *L. arcuatus*. Existe una gran semejanza entre sexos en la organización de las clases de talla (variables) sobre los dos primeros ejes extraídos los cuales explican el 49.5% y 50.8% de la varianza de machos y hembras respectivamente (Fig.3.2.9).

El eje I opone las tallas más elevadas y más inferiores a las clases de talla intermedias, mientras el eje II contrapone principalmente las tallas grandes y las pequeñas. La disposición de las clases de talla de ambos sexos sobre estos dos primeros ejes es muy semejante lo que significa que no deben existir grandes diferencias en el crecimiento de machos y hembras.

La organización de las muestras mensuales de ambos sexos en las cuatro estaciones se caracteriza por que las muestras correspondientes a los meses de octubre, noviembre y enero (período que en las estaciones de batea B1 y B5 se corresponde con el período de reclutamiento) se localizan por lo general cercanas a las clases de talla inferiores (Fig.3.2.9). A pesar del bajo número de ejemplares capturados en las estaciones de canal central M2 y M1, las muestras correspondientes a dichos meses también presentan en estas

estaciones una localización semejante a las de las estaciones de batea, lo cual permite suponer que el ciclo de *L. depurator* es muy homogéneo en la totalidad de la ría, con un único e importante reclutamiento los meses de octubre, noviembre y enero (Fig.3.2.9).

La disposición del resto de los meses se debe al gradual crecimiento de la cohorte reclutada, de modo que en un principio las muestras van localizándose cercanas a las tallas medias y sucesivamente siguen avanzando hacia las tallas superiores hasta la aparición del nuevo reclutamiento. En la Figura 3.2.9 se observa que este patrón se mantiene en todas las estaciones y en ambos sexos, aunque quizás en los machos pueda apreciarse con mayor claridad.

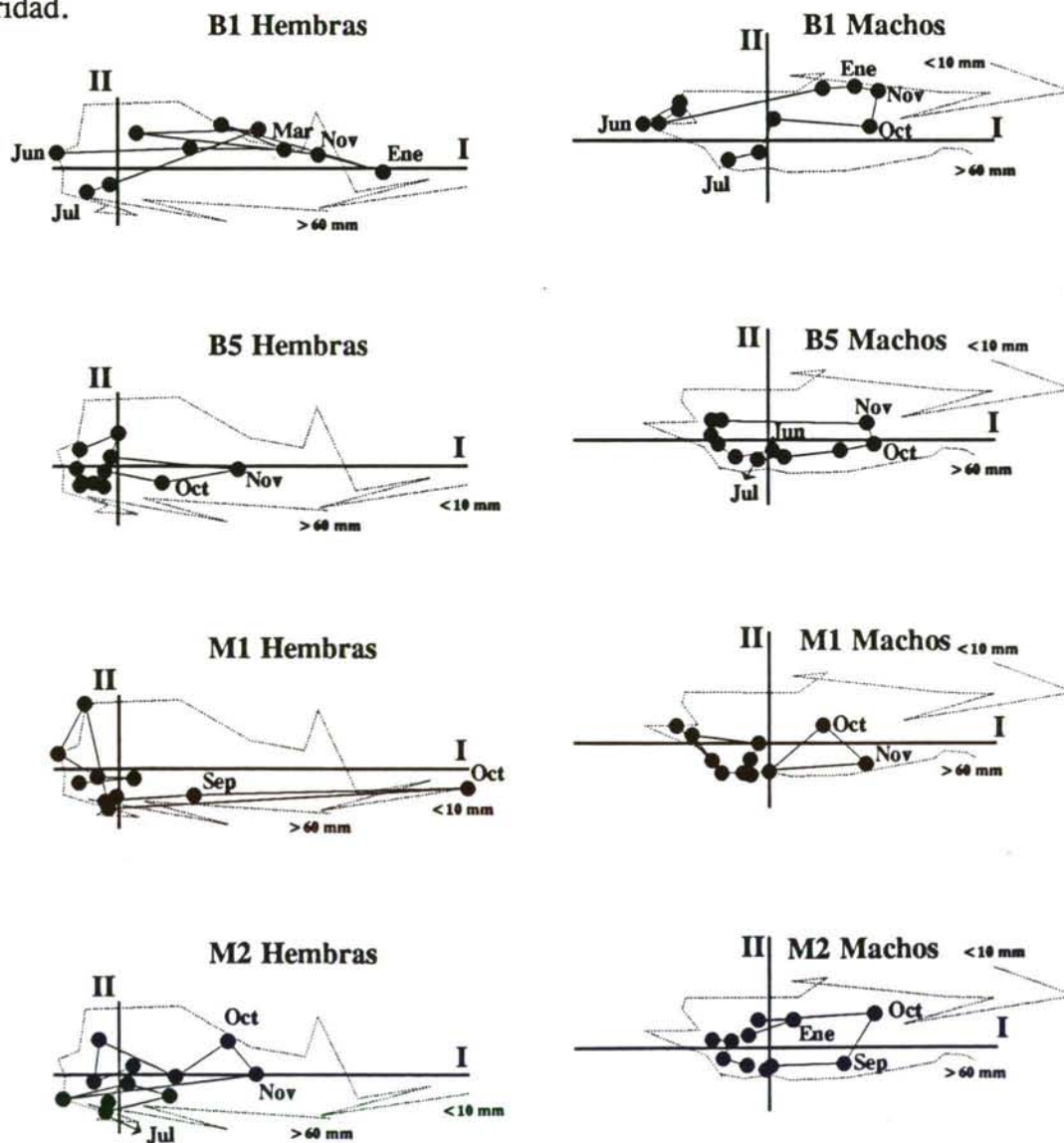


Fig. 3.2.9. *Liocarcinus depurator*. Análisis de correspondencias de las distribuciones de frecuencia de tallas para machos (derecha) y hembras (izquierda). Se muestran las clases de talla (en línea discontinua) y las muestras mensuales (en línea continua) de cada estación sobre los ejes I y II. Los análisis de las muestras mensuales se disponen separadamente para una mejor comprensión del gráfico.

3.3. Morfometría

3.3. MORFOMETRÍA

Se analizan en este apartado las relaciones morfométricas "longitud del cefalotórax (LC) - anchura del cefalotórax (AC)" y "peso húmedo (PH) - anchura del cefalotórax (AC)". Se comparan las ecuaciones obtenidas para cada sexo en las diferentes estaciones muestreadas, así como entre sexos. En la relación peso-talla se ha tenido en cuenta el estado de gravidez de las hembras.

El principal interés del cálculo de las relaciones morfométricas se basa en determinar la posible existencia de un marcado dimorfismo sexual que secundariamente implicaría diferencias fisiológicas, comportamentales, etcétera, entre ambos sexos.

La diferenciación existente en el tamaño, forma y función de las quelas se conoce con el nombre de "Heteroquelia", fenómeno ampliamente representado entre los Braquiuros. En base a sus características se diferencian la denominada morfología robusta, con una dentición molariforme empleada normalmente para partir el alimento y la morfología fina de dentición serrada con funciones cortadoras y no rompedoras (AP RHEINAUL & HUGHES, 1985). En la mayor parte de las especies que manifiestan este fenómeno siempre es una de las quelas (o derecha o izquierda) la que presenta una determinada morfología, extendiéndose dicha circunstancia a ambos sexos.

Una inversión en la heteroquelia normal es debida a la pérdida de la pinza robusta y posterior regeneración en sucesivas mudas. El cambio se produce tras un número de mudas variable (normalmente 3 o 4) adquiriendo la pinza inicialmente fina una morfología robusta mientras que la pinza robusta perdida es regenerada como fina (SIMONSON, 1985). Como la posibilidad de pérdida de quelas es directamente proporcional a la edad, los individuos de mayor talla deberían ser los que presenten una heteroquelia inversa en mayor proporción.

Se analiza pues la heteroquelia de ambos sexos con el fin de establecer diferencias entre estaciones o en función de la talla corporal. Se estudia además el crecimiento alométrico de las distintas dimensiones medidas en las quelas (longitud, altura y anchura) estableciéndose comparaciones entre ambos tipos de quelas y entre sexos.

3.3.1. RELACIONES BIOMÉTRICAS DE *Liocarcinus arcuatus*

a. Relación Longitud del cefalotórax - Anchura del cefalotórax

En la Tabla 3.3.1 se presentan las constantes de las ecuaciones alométricas obtenidas para machos y hembras en cada una de las estaciones muestreadas, junto con las de las ecuaciones ajustadas para el total de los individuos capturados (agrupando los individuos de las tres estaciones analizadas) (Fig. 3.3.1).

Tabla 3.3.1. *Liocarcinus arcuatus*. Relación entre la anchura (AC) y la longitud (LC) del caparazón. Se indican los parámetros (error estándar entre paréntesis) de la ecuación alométrica ($\lg LC = \lg a + b \lg AC$), el número y el rango de tallas de los individuos analizados. En todos los casos $P < 0.01$.

Estación	Constantes de las Regresiones				Nº	Anchura caparazón	
	lg a (SE)	b (SE)	r²	Mínima		Máxima	
Hembras							
B1	-0.0186 (0.009)	0.9445 (0.007)	0.994	114	7.6	41.9	
B6	-0.0090 (0.007)	0.9379 (0.005)	0.994	239	9.3	38.9	
P3	-0.0094 (0.003)	0.9400 (0.002)	0.998	372	6.4	42.3	
Total	-0.0087 (0.003)	0.9385 (0.002)	0.997	735	6.4	42.3	
Machos							
B1	-0.0068 (0.010)	0.9349 (0.007)	0.993	125	9.4	43.4	
B6	-0.0017 (0.005)	0.9310 (0.003)	0.996	288	8.6	44.2	
P3	-0.0033 (0.003)	0.9354 (0.002)	0.998	403	4.8	43.9	
Total	-0.0013 (0.002)	0.9323 (0.002)	0.997	816	4.8	43.9	

Las pendientes obtenidas son en todos los casos significativamente inferiores a la unidad (isometría) existiendo en ambos sexos una ligera tendencia alométrica negativa (t test, $P < 0.01$). Tanto en machos como en hembras domina pues el aumento en anchura frente al crecimiento en longitud.

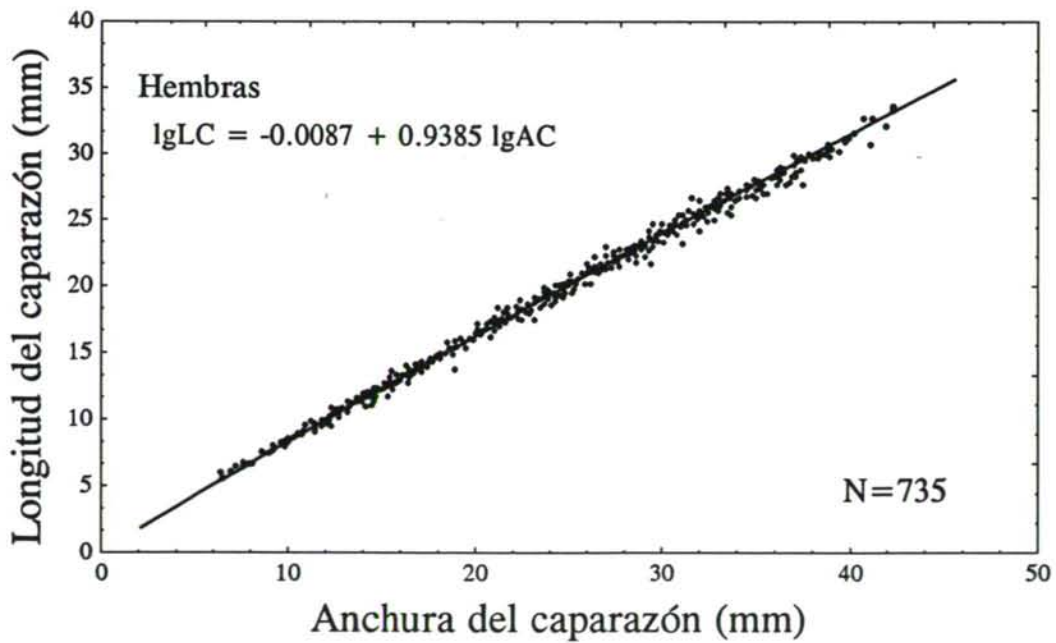
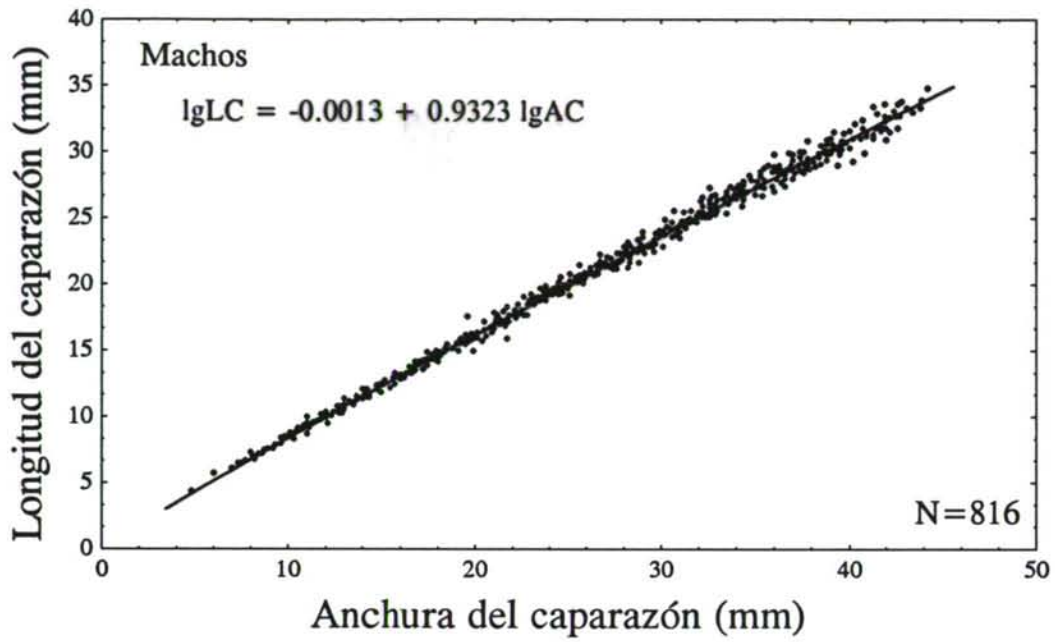


Figura 3.3.1. *Liocarcinus arcuatus*. Relación entre la anchura (AC) y la longitud (LC) del caparazón ambos en mm para el total de individuos de ambos sexos (superior: machos; inferior: hembras). Sobreexpuesta en transparencia rectas de regresión ajustadas para dichos datos.

Para establecer la existencia de posibles diferencias espaciales (entre estaciones) y dada la no homogeneidad de las varianzas residuales (Test de Cochran, Test de Barlett-Box; $P > 0.01$) se han trazado para machos y hembras sus respectivas regiones elípticas de confianza (Fig. 3.3.2). Se observa que en las hembras no existen diferencias espaciales significativas de sus respectivas ecuaciones (principalmente entre las estaciones de batea). En los machos por el contrario sí se establecen diferencias entre las dos estaciones de batea (B1 y B6) y la estación de playa P3.

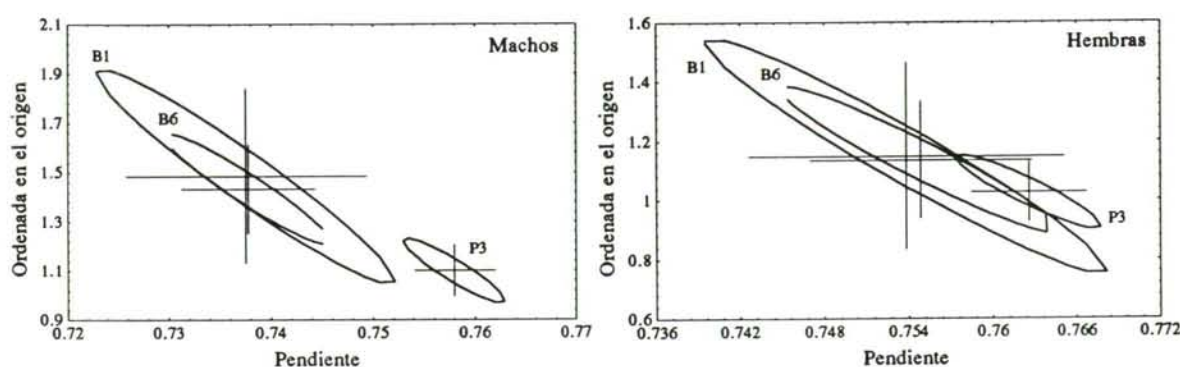


Figura 3.3.2. *Liocarcinus arcuatus*. Regiones elípticas del 95% de confianza conjunta para la pendiente y la ordenada en el origen de las ecuaciones de regresión $\lg LC = lga + b \cdot \lg AC$ ajustadas para cada sexo en las distintas estaciones.

En la Figura 3.3.3 se representan conjuntamente las rectas ajustadas para la totalidad de machos y hembras, así como las regiones elípticas de confianza obtenidas para ambas ecuaciones. La relación longitud-anchura del caparazón es significativamente distinta ($P < 0.05$) en machos y hembras de *L. arcuatus*. Para una misma anchura, la longitud del caparazón es algo mayor en las hembras que en los machos y viceversa (Tabla 3.3.1; Fig. 3.3.3). Ello implica una mayor capacidad volumétrica del cefalotórax en las hembras que en los machos relacionado con el notable desarrollo que alcanzan las gónadas femeninas durante los períodos de reproducción.

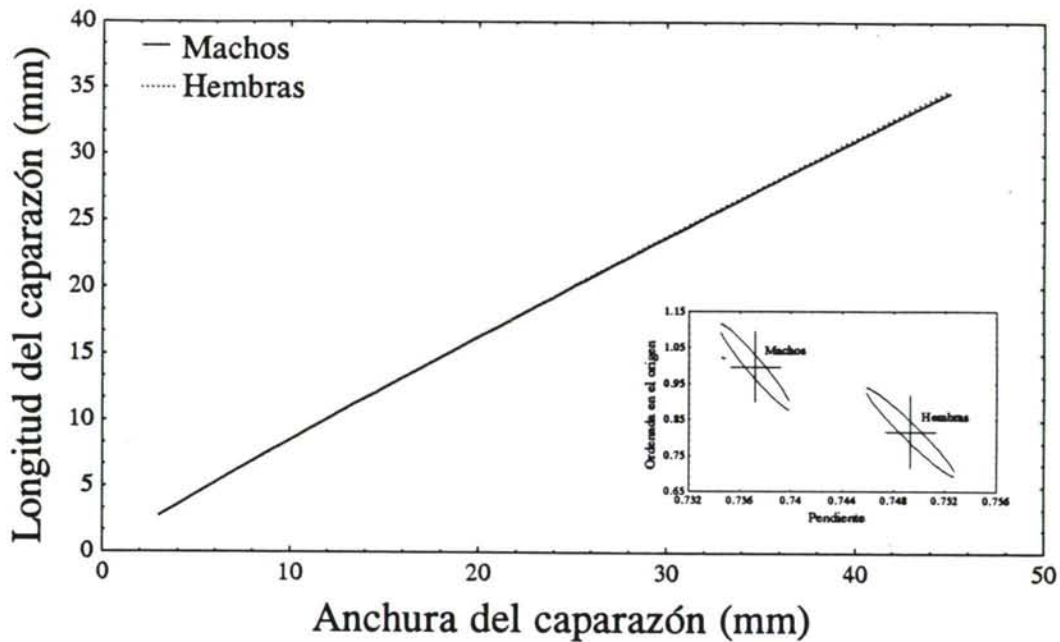


Figura 3.3.3. *Liocarcinus arcuatus*. Relación entre la anchura (AC) y la longitud (LC) del caparazón en mm del total de machos y hembras, y regiones elípticas del 95% de confianza conjunta para la pendiente y ordenada en el origen de las ecuaciones de regresión ajustadas para la totalidad de individuos de ambos sexos.

b. Peso húmedo - Anchura del cefalotórax

Las constantes de las ecuaciones alométricas ajustadas para la relación peso húmedo (en gramos) y anchura del caparazón (en mm) en cada estación y sexo (machos, hembras no ovígeras y hembras ovígeras) se presentan en la Tabla 3.3.2.

En todos los casos el coeficiente b que representa la pendiente de la ecuación, es significativamente menor que 3 (Test t , $P < 0.01$), valor que se considera como isométrico para la relación peso-talla. Prevalece pues el aumento en talla sobre el aumento en peso en ambos sexos y en todas las estaciones, así como para las ecuaciones obtenidas tras agrupar todos los individuos de cada sexo (Fig. 3.3.4).

Al representar para machos, hembras no ovígeras y hembras ovígeras sus respectivas regiones elípticas de confianza correspondientes a cada estación (Fig. 3.3.5) se observa que tanto en las hembras no ovígeras como en las ovígeras existe superposición de sus respectivas

Tabla 3.3.2. *Liocarcinus arcuatus*. Relación entre la anchura del caparazón (AC) y el peso húmedo (PH) del individuo. Se indican los parámetros (error estándar entre paréntesis) de la ecuación alométrica ($\lg PH = \lg a + b \lg AC$), el número y el rango de tallas de los individuos analizados. En todos los casos $P < 0.01$.

Estación	Constantes de las Regresiones			Nº	Anchura caparazón		
	lg a (SE)	b (SE)	r²		Mínima	Máxima	
No Ovígeras							
B1	-3.4158 (0.050)	2.8902 (0.036)	0.988	80	7.6	39.9	
B6	-3.3605 (0.032)	2.8400 (0.024)	0.988	181	9.3	38.9	
P3	-3.2257 (0.026)	2.7531 (0.020)	0.986	256	6.4	42.3	
Total	-3.2670 (0.018)	2.7799 (0.014)	0.987	517	6.4	42.3	
Ovígeras							
B1	-2.8940 (0.139)	2.5899 (0.094)	0.960	34	20.1	41.9	
B6	-3.2638 (0.108)	2.8200 (0.076)	0.962	57	18.7	37.5	
P3	-3.1280 (0.078)	2.7505 (0.053)	0.962	107	18.6	42.3	
Total	-3.1783 (0.060)	2.7775 (0.041)	0.959	198	18.6	42.3	
Machos							
B1	-3.5252 (0.039)	2.9892 (0.027)	0.990	125	9.4	43.4	
B6	-3.4533 (0.029)	2.8998 (0.020)	0.986	288	8.6	44.2	
P3	-3.3547 (0.018)	2.8758 (0.013)	0.992	403	4.8	43.9	
Total	-3.3835 (0.016)	2.8793 (0.012)	0.987	816	4.8	43.9	

elipses por lo que no se establecen diferencias significativas ($P < 0.05$) entre estaciones. En los machos, la estación de batea B6 sí se diferencia de las estaciones B1 (también de batea) y P3 (estación de playa), aunque existe una gran proximidad entre la situación de su elipse representativa y las dos correspondientes a B1 y P3 (Fig. 3.3.5).

La representación de las regiones elípticas de las respectivas ecuaciones peso-talla obtenidas para el total de individuos de cada sexo (Fig. 3.3.6) indica la existencia de diferencias significativas ($P < 0.05$) entre machos, hembras no ovígeras y hembras ovígeras. Para una determinada anchura de caparazón, las hembras no ovígeras presentan el menor peso húmedo seguidas de los machos y siendo las hembras ovígeras las que presentan el peso húmedo más alto. Este mayor peso de las hembras ovígeras se debe únicamente al peso de la masa de huevos que portan en su abdomen, peso que aumenta también progresivamente con la talla (Fig. 3.3.4). El mayor peso de los machos frente a las hembras no ovígeras es debido principalmente a las diferencias morfológicas existentes entre ambos, ya que los machos tienen una constitución más robusta alcanzando además sus quelípedos un mayor desarrollo que los de las hembras.

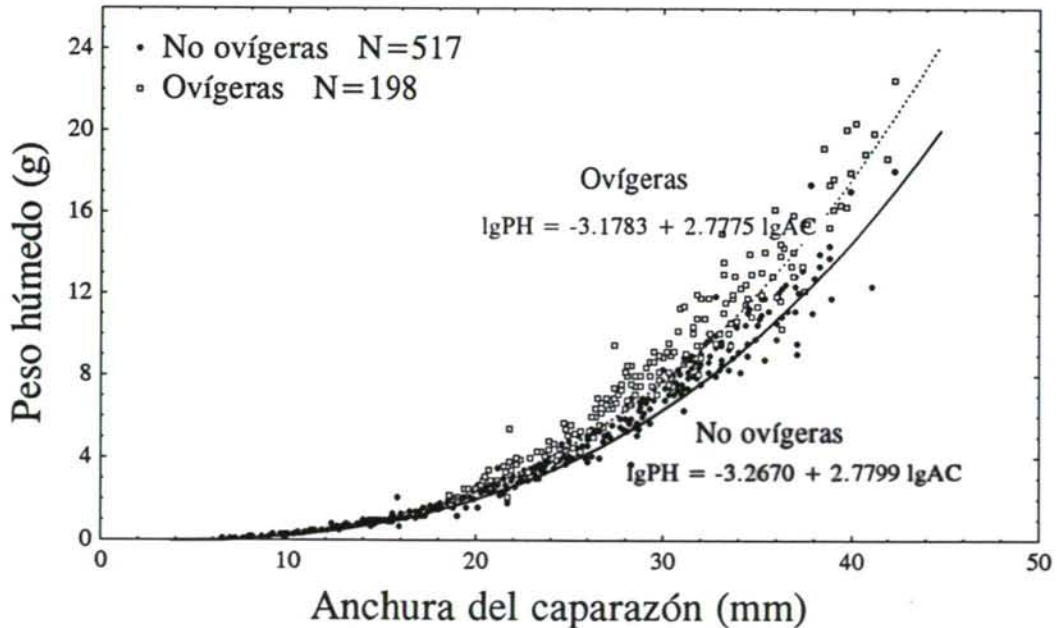
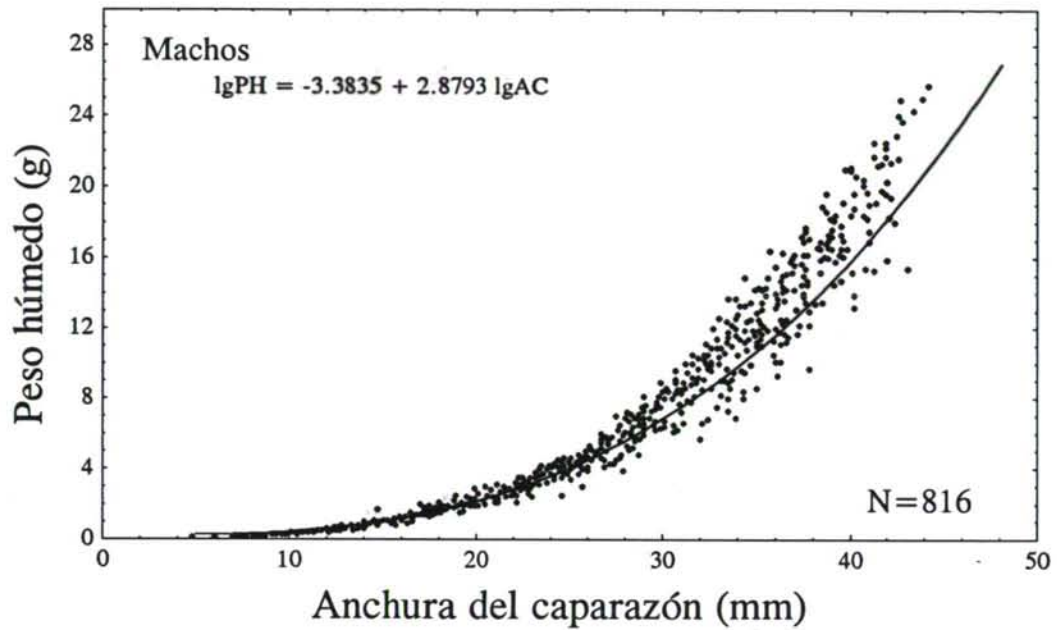


Figura 3.3.4. *Liocarcinus arcuatus*. Relación entre la anchura (AC) del caparazón en mm y el peso húmedo (PH) en g para el total de individuos de ambos sexos (superior: machos; inferior: hembras no ovígeras y hembras ovígeras). Sobreexpuesta en transparencia rectas de regresión ajustadas para dichos datos.

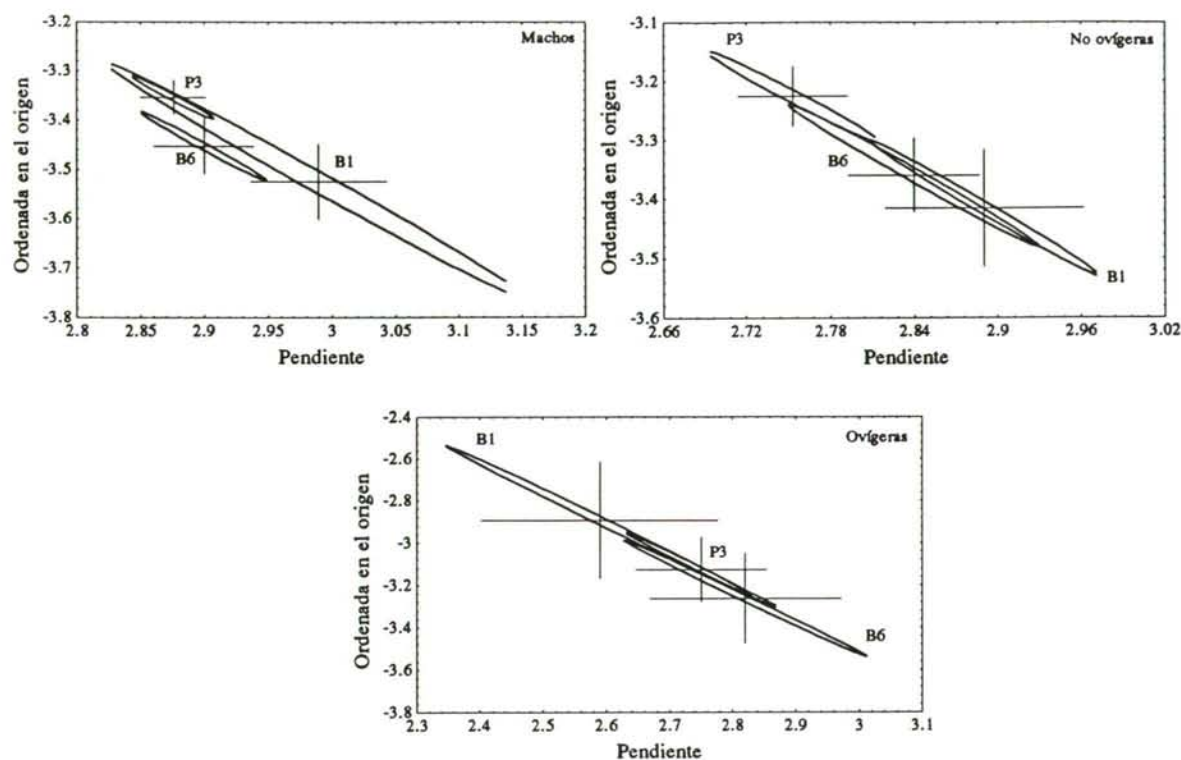


Figura 3.3.5. *Liocarcinus arcuatus*. Regiones elípticas del 95% de confianza conjunta para la pendiente y la ordenada en el origen de las ecuaciones de regresión $\lg PH = lga + b \cdot \lg AC$ ajustadas para cada sexo en las distintas estaciones.

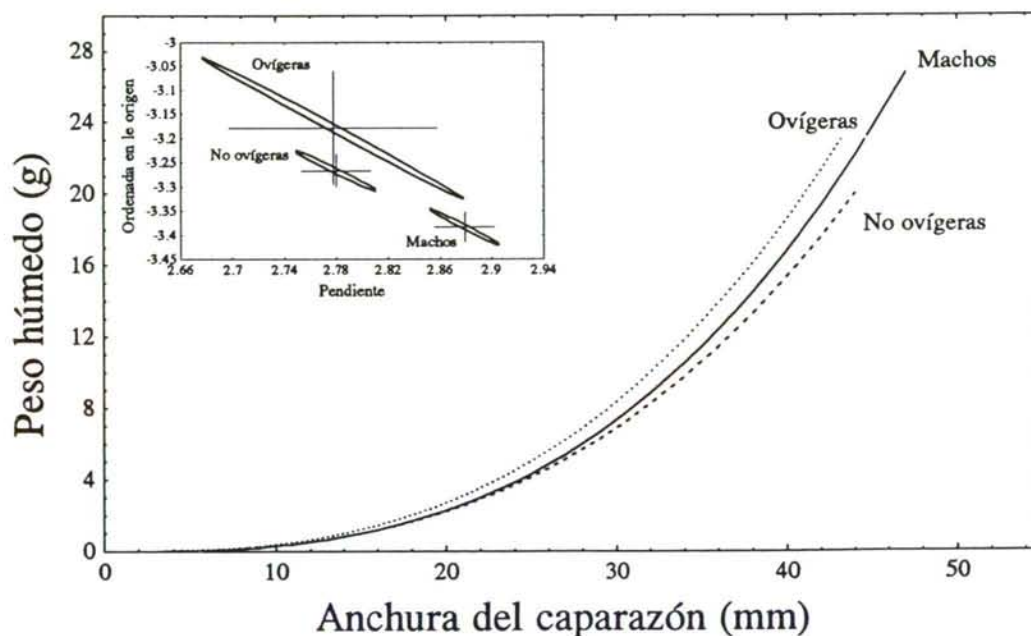


Figura 3.3.6. *Liocarcinus arcuatus*. Relación entre la anchura (AC) del caparazón en mm y el peso húmedo (PH) en g del total de machos, hembras no ovígeras y hembras ovígeras, junto con las regiones elípticas del 95% de confianza conjunta para la pendiente y ordenada en el origen de las ecuaciones de regresión ajustadas para la totalidad de individuos de ambos sexos.

3.3.2. RELACIONES BIOMÉTRICAS DE *L. depurator*.

a. Relación Longitud del cefalotórax - Anchura del cefalotórax

Tanto en machos como en hembras la pendiente de las ecuaciones ajustadas muestran la existencia de una clara alometría negativa (Test t; $P < 0.01$) en todas las estaciones así como en la ecuación ajustada empleando la totalidad de datos (Figs. 3.3.7). Al igual que ocurría en *L. arcuatus*, también en *L. depurator* predomina en ambos sexos el aumento en anchura frente al aumento en longitud (Tabla 3.3.3).

Tabla 3.3.3. *Liocarcinus depurator*. Relación entre la anchura (AC) y la longitud (LC) del caparazón. Se indican los parámetros (error estándar entre paréntesis) de la ecuación alométrica ($\lg LC = \lg a + b \lg AC$), el número y el rango de tallas de los individuos analizados. En todos los casos $P < 0.01$.

Estación	Constantes de las Regresiones			Nº	Anchura caparazón		
	lg a (SE)	b (SE)	r ²		Mínima	Máxima	
Hembras							
B1	-0.0561 (0.005)	0.9642 (0.003)	0.997	278	10.4	45.6	
B5	-0.0458 (0.003)	0.9573 (0.002)	0.997	683	6.8	52.5	
M1	-0.0101 (0.013)	0.9342 (0.008)	0.997	37	9.1	49.1	
M2	-0.0363 (0.008)	0.9510 (0.005)	0.997	123	11.2	49.1	
Total	-0.0460 (0.002)	0.9575 (0.002)	0.997	1121	6.8	52.5	
Machos							
B1	-0.0411 (0.007)	0.9520 (0.005)	0.996	178	13.4	56.7	
B5	-0.0512 (0.002)	0.9589 (0.001)	0.998	1005	8.5	66.5	
M1	-0.0331 (0.021)	0.9454 (0.013)	0.993	39	15.7	59.4	
M2	-0.0493 (0.007)	0.9572 (0.004)	0.997	150	11.3	57.9	
Total	-0.0496 (0.002)	0.9577 (0.001)	0.997	1372	8.5	66.5	

No se observan diferencias espaciales significativas ($P < 0.05$) al comparar las relaciones ajustadas para machos y hembras como demuestra la superposición existente entre las respectivas elipses de confianza obtenidas para cada estación (Fig. 3.3.8).

Al comparar la relación longitud-anchura del caparazón obtenida para machos y hembras (Fig. 3.3.9) sí se establecen diferencias significativas ($P < 0.05$). Para una misma anchura las hembras presentan mayor longitud que los machos y por tanto al igual que en *L. arcuatus* mayor volumen indicando la existencia de un marcado dimorfismo sexual.

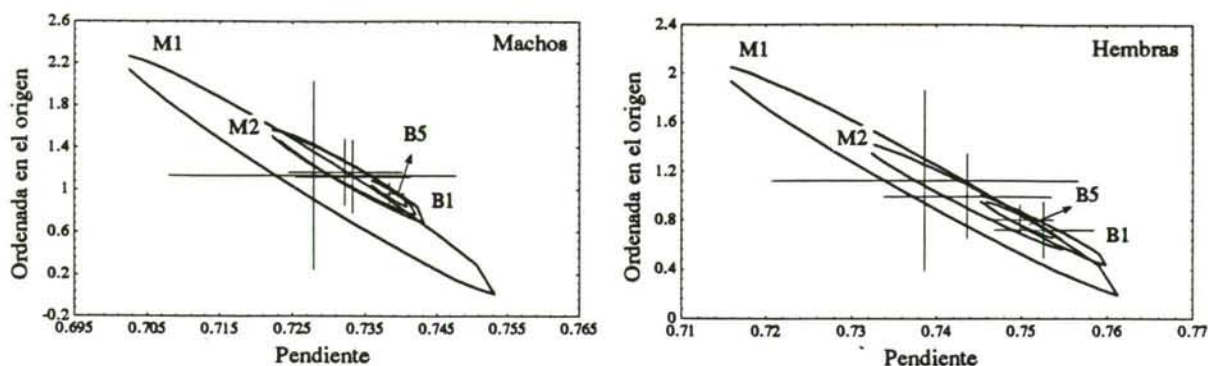


Figura 3.3.8. *Liocarcinus depurator*. Regiones elípticas del 95% de confianza conjunta para la pendiente y la ordenada en el origen de las ecuaciones de regresión $\lg LC = lga + b \cdot \lg AC$ ajustadas para cada sexo en las distintas estaciones.

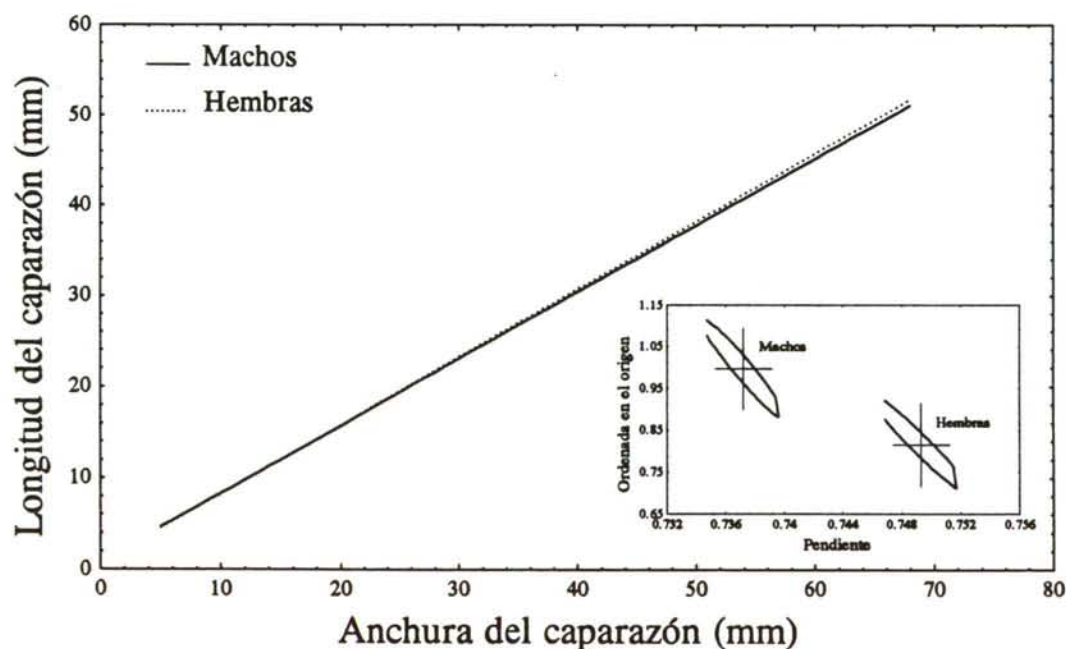


Figura 3.3.9. *Liocarcinus depurator*. Relación entre la anchura (AC) y la longitud (LC) del caparazón en mm del total de machos y hembras, junto con las regiones elípticas del 95% de confianza conjunta para la pendiente y ordenada en el origen de las ecuaciones de regresión ajustadas para la totalidad de individuos de ambos sexos.

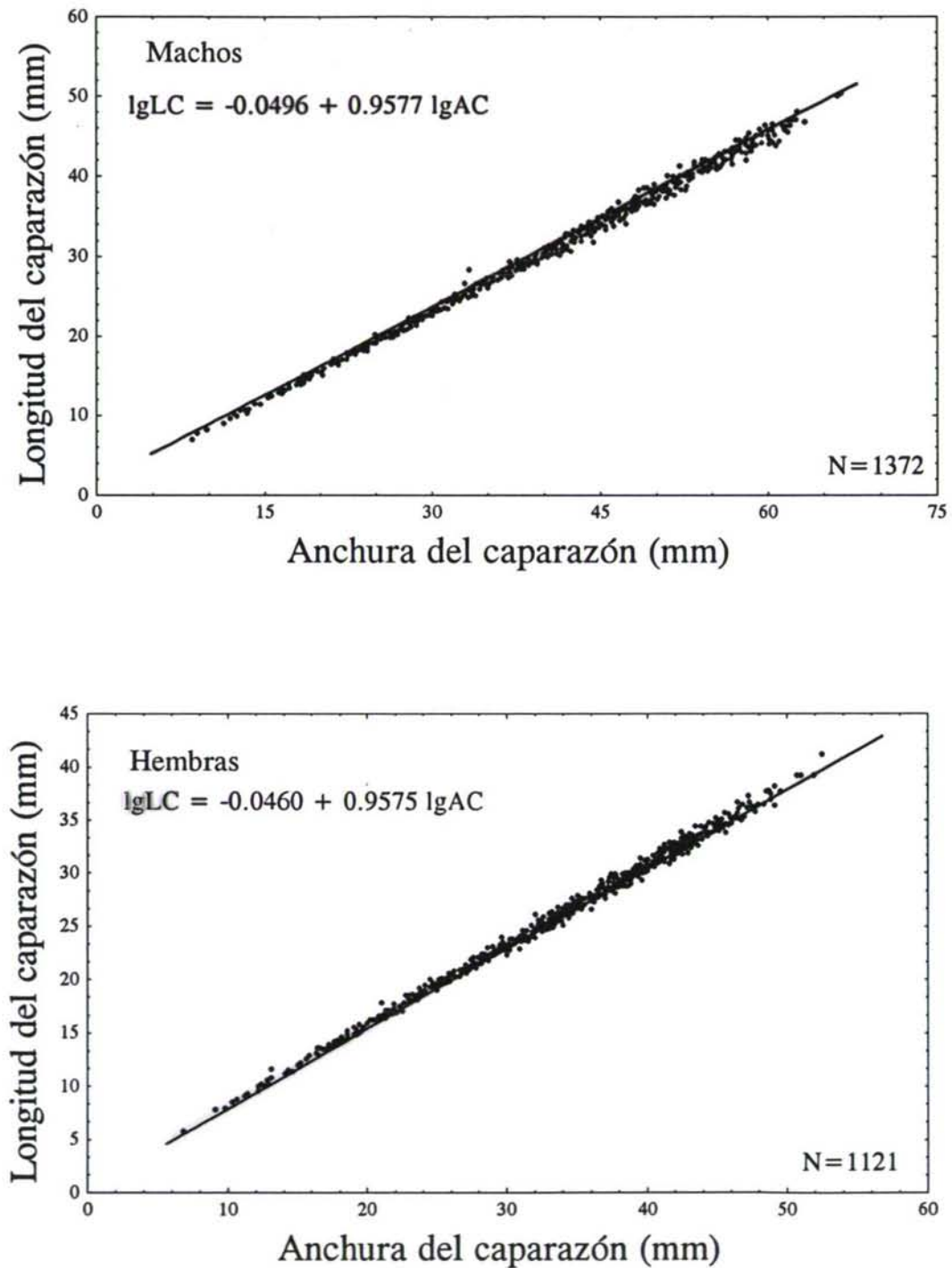


Figura 3.3.7. *Liocarcinus depurator*. Relación entre la anchura (AC) y la longitud (LC) del caparazón en mm para el total de individuos de ambos sexos (superior: machos; inferior: hembras). Sobreexpuesta en transparencia rectas de regresión ajustadas para dichos datos.

b. Peso húmedo - Anchura del caparazón

Los distintos parámetros obtenidos al ajustar las ecuaciones alométricas a los datos de los individuos de cada estación muestran en todos los casos un nivel alométrico significativamente negativo (Test t; $P < 0.01$) excepto las hembras ovígeras en B1, las cuales presentan una alometría positiva (Tabla 3.3.4). El aumento de talla domina en ambos sexos sobre el aumento en peso, tanto en cada una de las estaciones (exceptuando las ovígeras en B1) como para el total de individuos (Fig. 3.3.10).

Tabla 3.3.4. *Liocarcinus depurator*. Relación entre la anchura del caparazón (AC) y el peso húmedo (PH) del individuo. Se indican los parámetros (error estándar entre paréntesis) de la ecuación alométrica ($\lg PH = \lg a + b \cdot \lg AC$), el número y el rango de tallas de los individuos analizados. En todos los casos $P < 0.01$.

Estación	Constantes de las Regresiones			Nº	Anchura caparazón		
	lg a (SE)	b (SE)	r ²		Mínima	Máxima	
No Ovígeras							
B1	-3.5131 (0.033)	2.8932 (0.023)	0.994	95	10.4	45.6	
B5	-3.6352 (0.015)	2.9732 (0.010)	0.994	517	6.8	52.5	
M1	-3.5067 (0.081)	2.8931 (0.052)	0.992	28	9.1	48.1	
M2	-3.5866 (0.058)	2.9362 (0.038)	0.987	78	11.2	46.4	
Total	-3.5867 (0.018)	2.9409 (0.012)	0.988	718	6.8	52.5	
Ovígeras							
B1	-3.6356 (0.095)	3.0132 (0.060)	0.941	163	25.9	44.8	
B5	-3.5805 (0.061)	2.9729 (0.038)	0.977	144	23.5	51.0	
M1	-3.0572 (0.386)	2.6608 (0.238)	0.977	5	34.4	49.1	
M2	-3.2779 (0.197)	2.8016 (0.123)	0.956	26	30.4	49.1	
Total	-3.1437 (0.095)	2.7010 (0.060)	0.859	338	23.5	51.0	
Machos							
B1	-3.6337 (0.029)	2.9750 (0.018)	0.994	169	13.4	56.7	
B5	-3.6610 (0.012)	2.9860 (0.007)	0.994	977	8.5	66.5	
M1	-3.6477 (0.052)	2.9787 (0.032)	0.997	28	15.7	54.0	
M2	-3.6690 (0.030)	2.9906 (0.019)	0.995	133	11.3	57.9	
Total	-3.4851 (0.027)	2.8759 (0.017)	0.957	1307	8.5	66.5	

La representación de las diferentes regiones elípticas de confianza obtenidas para cada estación en ambos sexos (Fig. 3.3.11) indica que no existen diferencias espaciales ni en los machos ni en las hembras no ovígeras. En las hembras ovígeras existen diferencias espaciales entre la estación de canal central M1 y el resto de estaciones (Fig. 3.3.11) debido probablemente al bajo número de hembras ovígeras (únicamente 5) capturadas en dicha estación.

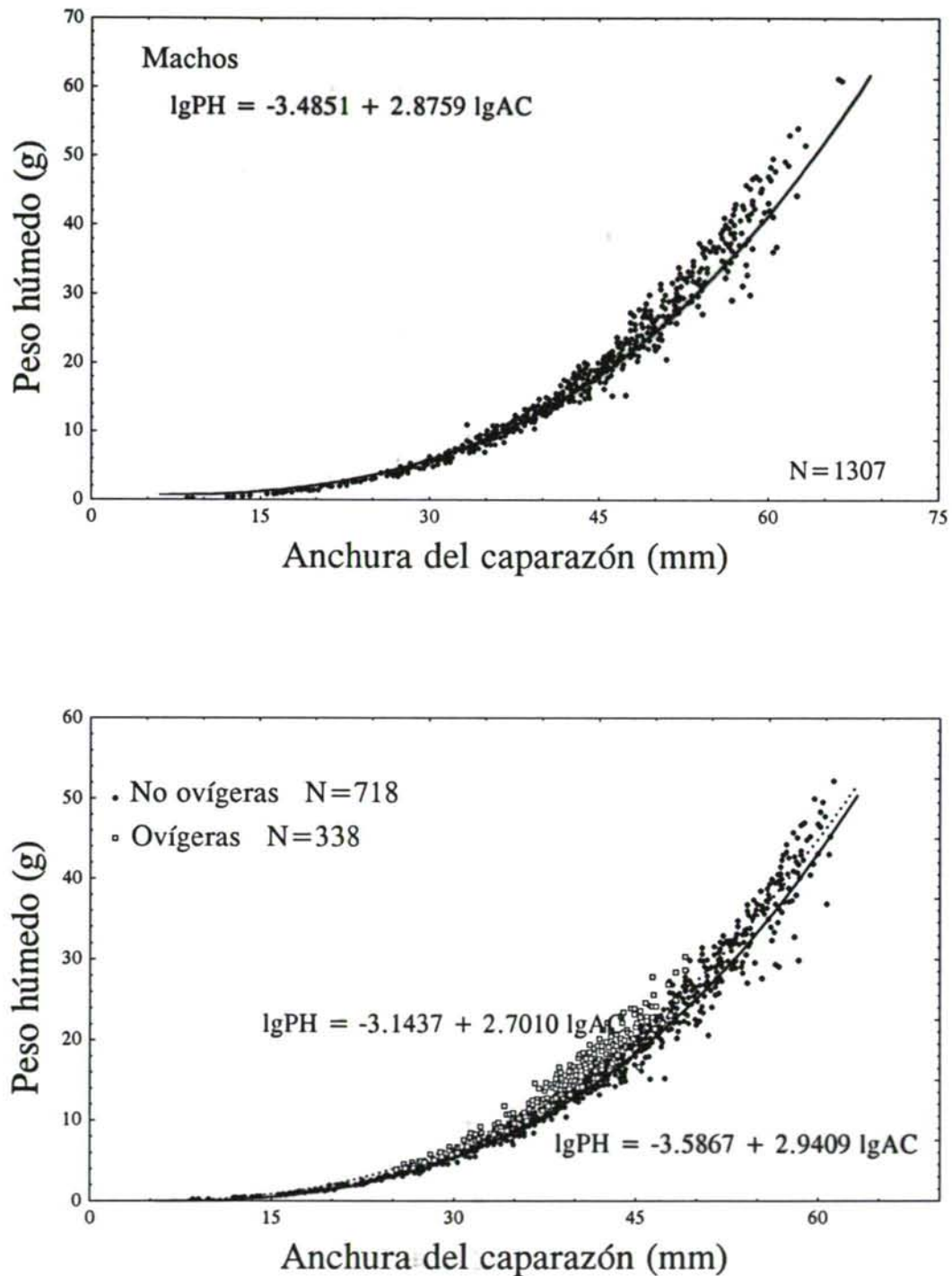


Figura 3.3.10. *Liocarcinus depurator*. Relación entre la anchura (AC) del caparazón en mm y el peso húmedo (PH) en g para el total de individuos de ambos sexos (superior: machos; inferior: hembras no ovígeras y hembras ovígeras). Sobreexpuesta en transparencia rectas de regresión ajustadas para dichos datos.

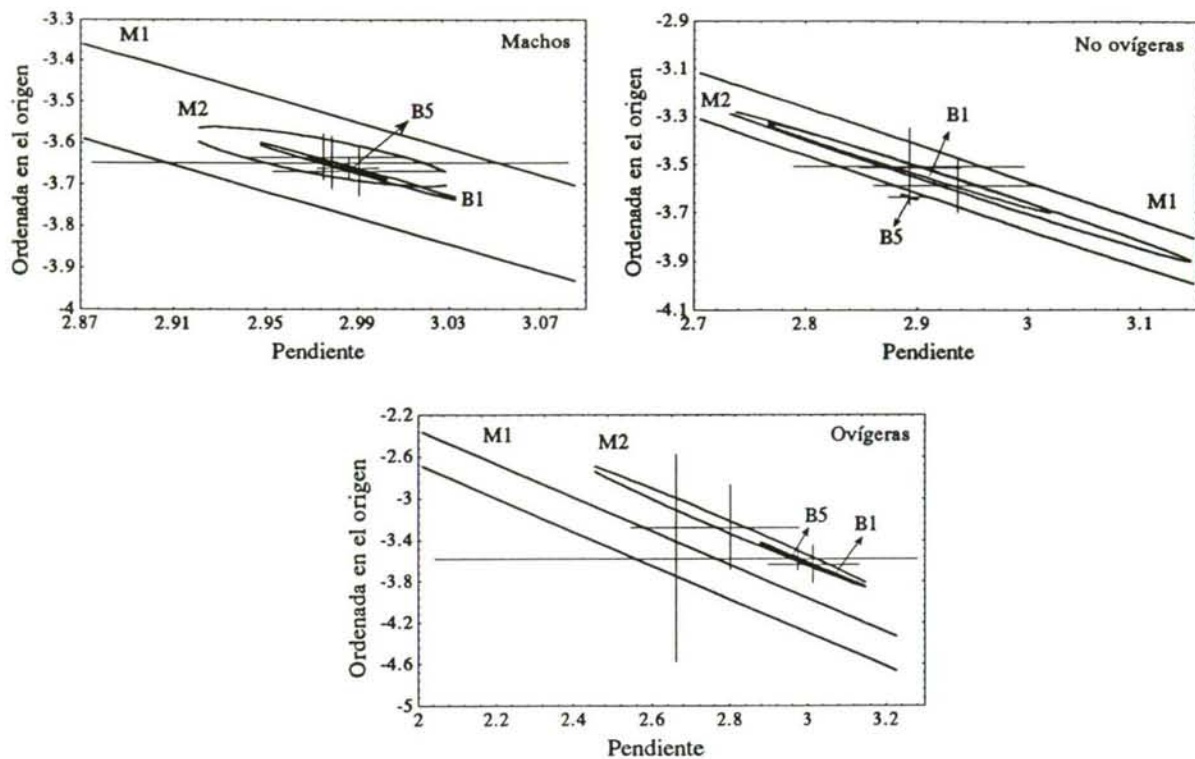


Figura 3.3.11. *Liocarcinus depurator*. Regiones elípticas del 95% de confianza conjunta para la pendiente y la ordenada en el origen de las ecuaciones de regresión $\lg PH = lga + b \cdot \lg AC$ ajustadas para cada sexo en las distintas estaciones.

Sí existen diferencias significativas ($P < 0.05$) debidas al sexo, como refleja la no existencia de superposición entre las elipses obtenidas a partir de las respectivas ecuaciones ajustadas para el total de individuos (representados en las Figuras 3.3.10) de machos, hembras no ovígeras y hembras ovígeras (Fig. 3.3.12).

Son las hembras ovígeras las que (al igual que ocurría en *L. arcuatus*) presentan un mayor peso a una determinada anchura, debido únicamente al peso de la masa de huevos. El dimorfismo sexual existente entre machos y hembras no ovígeras en relación con el peso implica que a una misma anchura de caparazón, las hembras dominan en peso sobre los machos sobre todo en las tallas superiores. El hecho de que las hembras presenten un mayor volumen corporal (manifestado al analizar la relación longitud-anchura) contrarrestaría en esta especie la posible mayor robustez de los machos o el mayor desarrollo de sus quelípedos.

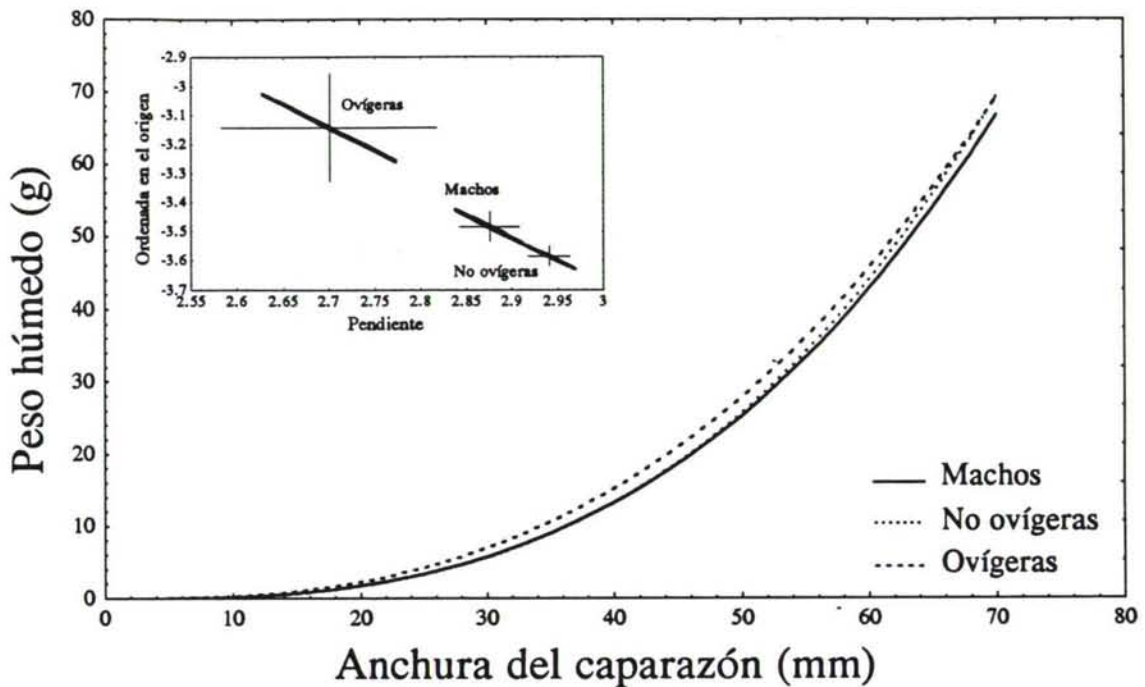


Figura 3.3.12. *Liocarcinus depurator*. Relación entre la anchura (AC) del caparazón en mm y el peso húmedo (PH) en g del total de machos, hembras no ovígeras y hembras ovígeras, junto con las regiones elípticas del 95% de confianza conjunta para la pendiente y ordenada en el origen de las ecuaciones de regresión ajustadas para la totalidad de individuos de ambos sexos.

3.3.3. HETEROQUELIA EN *Liocarcinus arcuatus*

En la Tabla 3.3.5 se representa el número y porcentaje respectivos de individuos de *L. arcuatus* con la pinza derecha e izquierda de morfología robusta, para ambos sexos y para cada una de las estaciones. Es el quelípodo derecho el que principalmente manifiesta tanto en machos como en hembras la morfología robusta, superando el 88% en todos los casos.

No existen diferencias entre los porcentajes obtenidos respectivamente para ambos sexos en cada una de las estaciones siendo en la estación de bateas B6 en la que se observa el menor porcentaje de individuos (machos y hembras) con la morfología robusta en la quela derecha.

La presencia de individuos que manifiestan una heteroquelia inversa es debida a una pérdida previa de la pinza robusta, fenómeno este cuya probabilidad aumenta con la edad del

Tabla 3.3.5. *Liocarcinus arcuatus*. Porcentaje de machos y hembras que presentan la pinza con morfología robusta a la derecha o a la izquierda en cada una de las estaciones muestreadas y para el total.

	Estación	Derecha	Izquierda	Nº
Hembras				
	B1	90.09	9.91	111
	B6	88.94	11.06	235
	P3	92.11	7.89	355
	Total	90.73	9.27	701
Machos				
	B1	90.40	9.6	125
	B6	88.15	11.85	287
	P3	91.82	8.18	391
	Total	90.29	9.71	803

individuo. Sin embargo en *L. arcuatus* no se observa una tendencia en este sentido en ninguno de los sexos (Tabla 3.3.6). El mayor porcentaje de individuos con la quela izquierda robusta se observa principalmente en las clases de talla media frente a las tallas más pequeñas y más grandes principalmente en las hembras. Tan solo los machos de la estación P3 no presentan este patrón sino el inverso, puesto que los porcentajes más elevados de inversión quelar se observan en las clases de talla extremas (superiores e inferiores) frente a las clases de talla medias (Tabla 3.3.6).

No existen diferencias entre las dimensiones de ambos tipos de quelas en función de sus posición derecha o izquierda, obteniéndose una relación quela robusta/quela fina muy semejante para todas ellas (longitud, altura y anchura) sin influir por tanto en el tamaño del propodio la diferente posición de un determinado tipo de morfología (Tabla 3.3.7). Las diferencias existentes entre ambos tipos de quelas son por tanto principalmente morfológicas.

Los parámetros de la ecuaciones ajustadas para el conjunto de todos los individuos de ambos sexos (Figs. 3.3.13 y 3.3.14) relacionando la anchura con las distintas variables quelares medidas para ambas morfologías se indican en la Tabla 3.3.8.

El tipo de crecimiento alométrico observado en las quelas de los machos de *L. arcuatus* es claramente positivo para ambos tipos de morfología (Test t, $P < 0.01$), principalmente para

Tabla 3.3.6. *Liocarcinus arcuatus*. Porcentaje de machos y hembras que presentan la pinza con morfología robusta a la derecha o a la izquierda por clases de talla de 2 mm de anchura del caparazón en cada una de las estaciones muestreadas y para el total.

HEMBRAS												
Anchura caparazón (mm)	Estación B1			Estación B6			Estación P3			Total		
	N°	Derecha	Izquierda	N°	Derecha	Izquierda	N°	Derecha	Izquierda	N°	Derecha	Izquierda
6-7	1	100.00	0.00	0	—	—	5	100.00	0.00	6	100.00	0.00
8-9	0	—	—	2	100.00	0.00	16	93.75	6.25	18	94.44	5.56
10-11	0	—	—	5	100.00	0.00	20	85.00	15.00	30	90.00	10.00
12-13	5	100.00	0.00	10	80.00	20.00	35	85.71	14.29	49	85.71	14.29
14-15	4	100.00	0.00	21	90.48	9.52	40	97.50	2.50	64	95.31	4.69
16-17	4	75.00	25.00	18	88.89	11.11	22	100.00	0.00	43	93.02	6.98
18-19	2	100.00	0.00	22	90.91	9.09	18	94.44	5.56	49	93.88	6.12
20-21	9	100.00	0.00	21	85.71	14.29	21	90.48	9.52	56	89.29	10.71
22-23	14	92.86	7.14	20	90.00	10.00	19	100.00	0.00	44	93.18	6.82
24-25	5	80.00	20.00	18	77.78	22.22	20	80.00	20.00	51	80.39	19.61
26-27	13	84.62	15.38	16	75.00	25.00	22	100.00	0.00	51	86.27	13.73
28-29	13	76.92	23.08	20	95.00	5.00	23	86.96	13.04	54	88.89	11.11
30-31	11	81.82	18.18	26	96.15	3.85	20	85.00	15.00	59	93.22	6.78
32-33	13	100.00	0.00	18	93.75	6.25	23	86.96	13.04	47	89.36	10.64
34-35	8	87.50	12.50	12	91.67	8.33	16	87.50	12.50	33	90.91	9.09
36-37	5	100.00	0.00	8	87.50	12.50	19	100.00	0.00	30	96.67	3.33
38-39	3	100.00	0.00	2	100.00	0.00	11	100.00	0.00	15	100.00	0.00
40-41	2	100.00	0.00	0	—	—	3	100.00	0.00	3	100.00	0.00
42-43	0	—	—	0	—	—	2	100.00	0.00	2	100.00	0.00
44-45	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—

MACHOS												
Anchura caparazón (mm)	Estación B1			Estación B6			Estación P3			Total		
	N°	Derecha	Izquierda	N°	Derecha	Izquierda	N°	Derecha	Izquierda	N°	Derecha	Izquierda
6-7	0	—	—	0	—	—	8	75.00	25.00	8	75.00	25.00
8-9	1	100.00	0.00	2	100.00	0.00	20	90.00	10.00	23	91.30	8.70
10-11	1	100.00	0.00	8	100.00	0.00	22	95.45	4.55	31	96.77	3.23
12-13	5	80.00	20.00	15	100.00	0.00	22	95.45	4.55	42	95.24	4.76
14-15	2	100.00	0.00	15	100.00	0.00	32	90.63	9.38	49	93.88	6.12
16-17	1	100.00	0.00	17	76.47	23.53	24	87.50	12.50	42	83.33	16.67
18-19	8	100.00	0.00	22	90.91	9.09	26	92.31	7.69	56	92.86	7.14
20-21	5	100.00	0.00	19	84.21	15.79	19	84.21	15.79	43	86.05	13.95
22-23	9	88.89	11.11	20	85.00	15.00	18	94.44	5.56	47	89.36	10.64
24-25	11	100.00	0.00	18	94.44	5.56	24	100.00	0.00	53	98.11	1.89
26-27	14	100.00	0.00	23	86.96	13.04	17	100.00	0.00	54	94.44	5.56
28-29	10	90.00	10.00	22	95.45	4.55	20	95.00	5.00	52	94.23	5.77
30-31	7	85.71	14.29	16	75.00	25.00	21	95.24	4.76	44	86.36	13.64
32-33	14	78.57	21.43	24	83.33	16.67	22	86.36	13.64	60	83.33	16.67
34-35	7	57.14	42.86	16	100.00	0.00	25	96.00	4.00	48	91.67	8.33
36-37	10	80.00	20.00	23	86.96	13.04	28	92.86	7.14	61	88.52	11.48
38-39	8	100.00	0.00	17	76.47	23.53	17	88.24	11.76	42	85.71	14.29
40-41	4	100.00	0.00	6	83.33	16.67	22	86.36	13.64	32	87.50	12.50
42-43	7	100.00	0.00	2	100.00	0.00	4	75.00	25.00	13	92.31	7.69
44-45	0	—	—	1	100.00	0.00	0	—	—	1	100.00	0.00

la anchura y altura del propodio. Las hembras presentan tanto para la quela robusta como para la fina un tipo de alometría muy ligeramente positivo (Test t; $P < 0.01$) que biológicamente puede ser considerado como isométrico, siendo la altura y la anchura de las quelas las variables, que al igual que en los machos, presentan valores positivos más elevados. Se establece por tanto la existencia de una clara diferenciación sexual en el crecimiento de las quelas.

Existen asimismo diferencias en el crecimiento de ambas morfologías quelares dentro

Tabla 3.3.7. *Liocarcinus arcuatus*. Relación quela robusta/quela fina (para la longitud, altura y anchura del propodio) de la pinza derecha e izquierda de hembras y machos en cada una de las estaciones. D.S.= Desviación standard.

Estación	Variable	Propodio derecho robusto			Propodio izquierdo robusto		
		Media	D.S.	Nº	Media	D.S.	Nº
HEMBRAS							
B1	Longitud	1.053	0.045	100	1.083	0.065	11
	Altura	1.134	0.076	100	1.123	0.065	11
	Anchura	1.144	0.093	100	1.196	0.073	11
B6	Longitud	1.047	0.030	212	1.082	0.047	26
	Altura	1.144	0.067	212	1.125	0.056	26
	Anchura	1.130	0.079	212	1.190	0.081	26
P3	Longitud	1.044	0.047	328	1.066	0.053	28
	Altura	1.125	0.071	328	1.069	0.079	28
	Anchura	1.123	0.107	328	1.127	0.091	28
Total	Longitud	1.046	0.042	640	1.076	0.065	65
	Altura	1.133	0.071	640	1.000	0.083	65
	Anchura	1.128	0.096	640	1.164	0.101	65
MACHOS							
B1	Longitud	1.079	0.058	112	1.090	0.043	12
	Altura	1.220	0.093	112	1.190	0.076	12
	Anchura	1.222	0.112	112	1.225	0.084	12
B6	Longitud	1.104	0.340	253	1.070	0.031	33
	Altura	1.220	0.091	253	1.145	0.077	33
	Anchura	1.211	0.099	253	1.184	0.066	33
P3	Longitud	1.064	0.056	359	1.089	0.054	32
	Altura	1.169	0.091	359	1.138	0.086	32
	Anchura	1.172	0.114	359	1.169	0.086	32
Total	Longitud	1.100	0.200	724	1.081	0.042	77
	Altura	1.200	0.100	724	1.149	0.081	77
	Anchura	1.200	0.100	724	1.184	0.070	77

Existen asimismo diferencias en el crecimiento de ambas morfologías quelares dentro de cada sexo ya que en los machos es la pinza robusta la que manifiesta un crecimiento positivo más elevado en todas sus dimensiones, mientras que en las hembras las diferencias de crecimiento entre ambos tipos morfológicos son mucho menores, aproximándose el crecimiento en longitud de la quela fina al de la quela robusta.

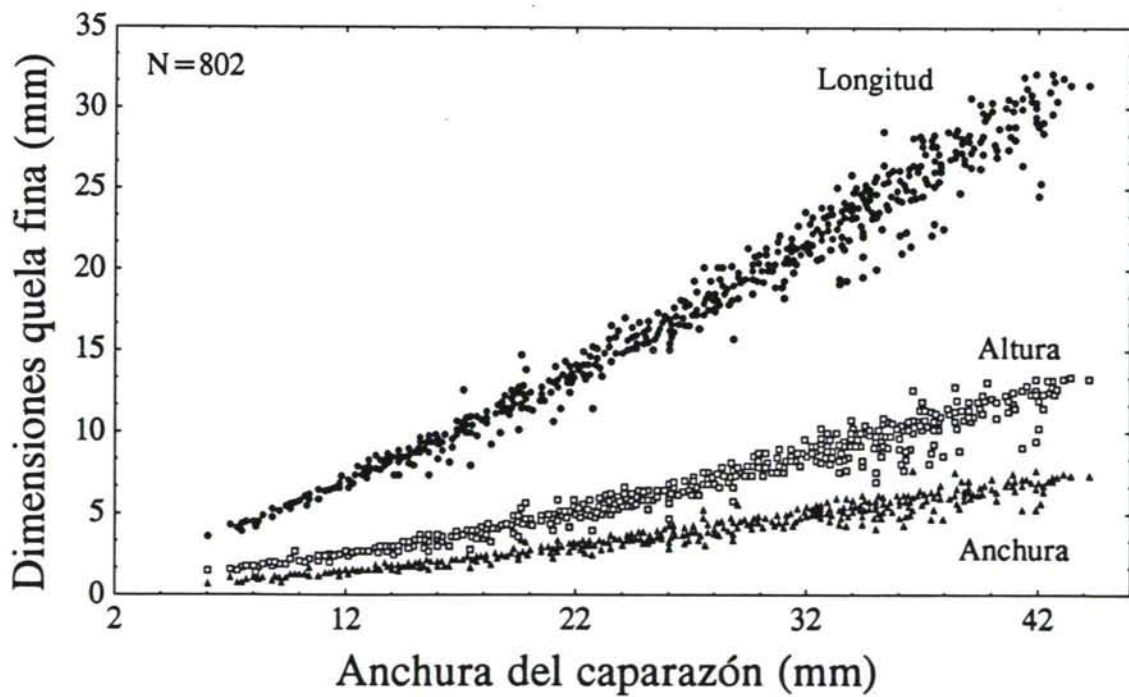
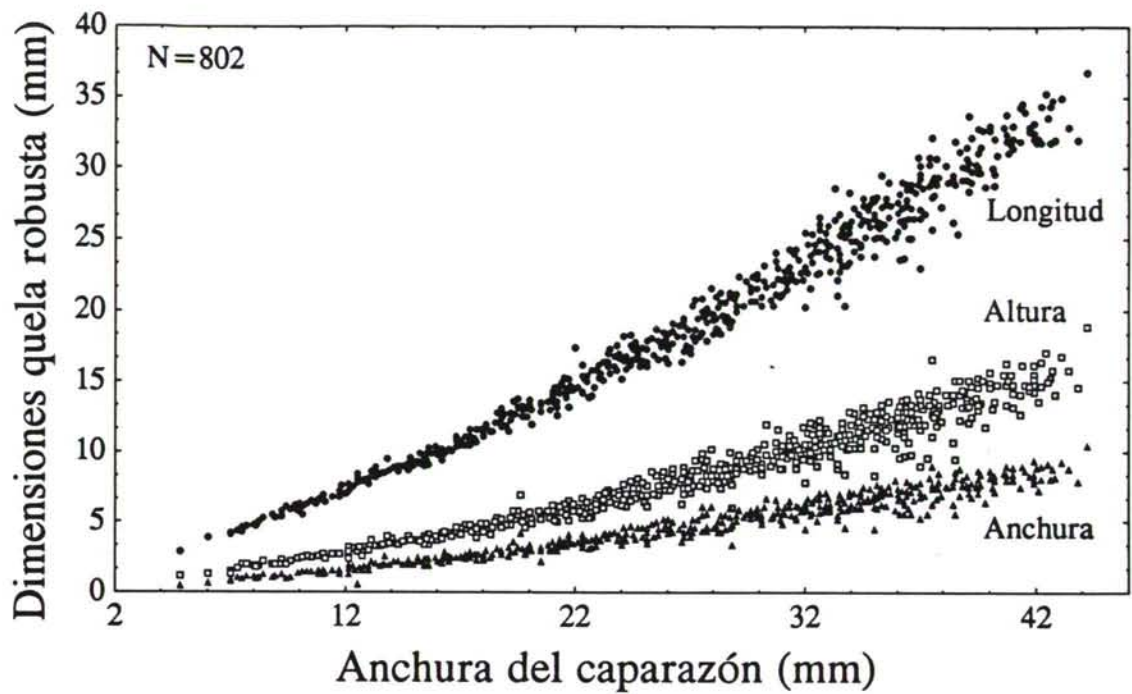


Figura 3.3.13. *Liocarcinus arcuatus*. Relación entre la anchura (AC) del caparazón en mm y las diferentes dimensiones (longitud, altura y anchura) de ambos tipos de quelas (superior: fina; inferior: robusta) para el total de machos.

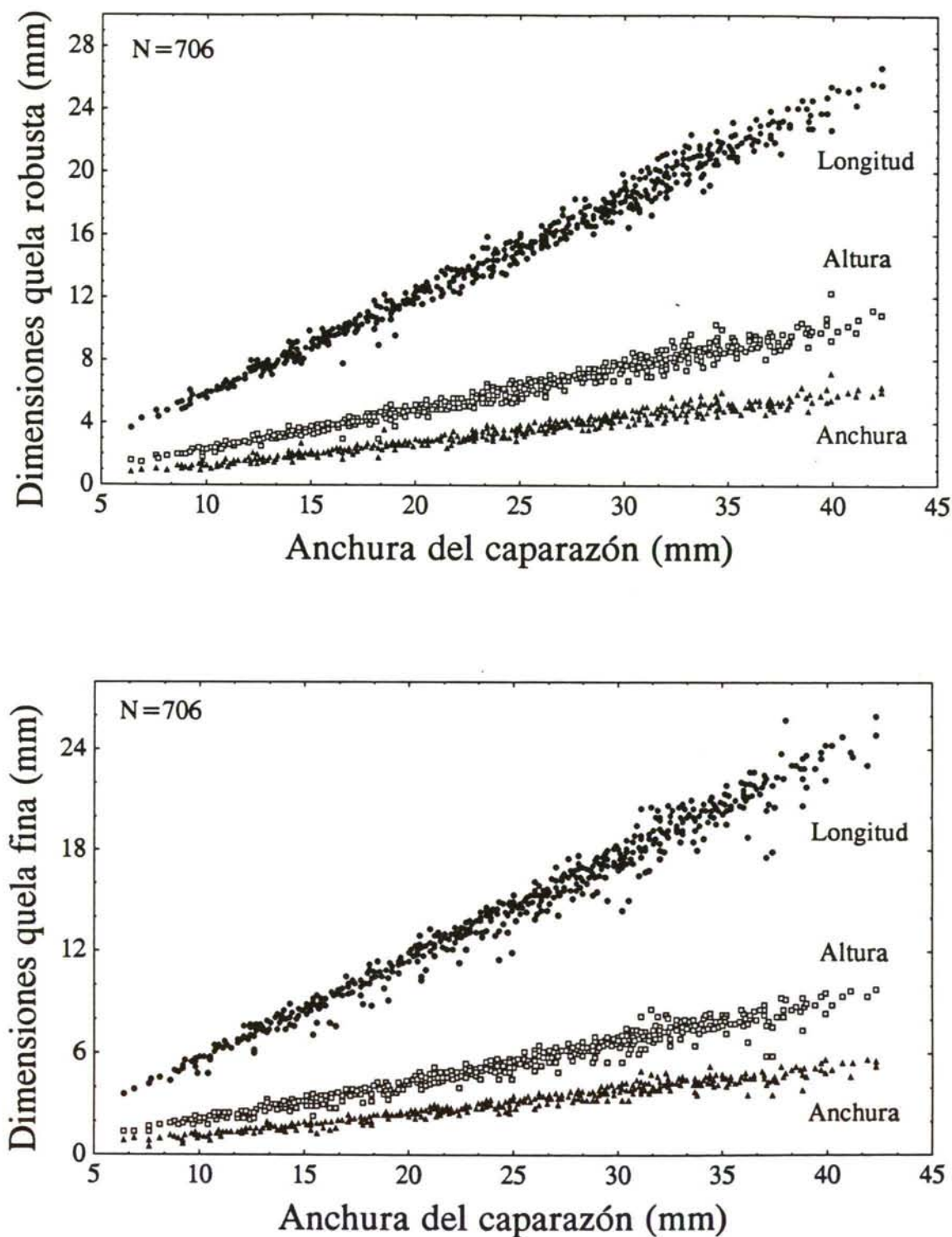


Figura 3.3.14. *Liocarcinus arcuatus*. Relación entre la anchura (AC) del caparazón en mm y las diferentes dimensiones (longitud, altura y anchura) de ambos tipos de quelas (superior: fina; inferior: robusta) para el total de hembras.

Tabla 3.3.8. *Liocarcinus arcuatus*. Relación entre la anchura (AC) y las distintas dimensiones (longitud, altura y anchura) de las quelas robusta y fina para el total de hembras y machos. Se indican los parámetros de la ecuación alométrica $\lg Y = \lg a + b \cdot \lg AC$ y el número de individuos analizados.

	Constantes de las Regresiones			Nº
	lg a (SE)	b (SE)	r ²	
Hembras				
Longitud quela robusta	-0.2516 (0.005)	1.0257 (0.004)	0.991	706
Longitud quela fina	-0.2772 (0.006)	1.0295 (0.005)	0.986	706
Altura quela robusta	-0.7016 (0.007)	1.0674 (0.005)	0.983	706
Altura quela fina	-0.7532 (0.008)	1.0668 (0.006)	0.977	706
Anchura quela robusta	-0.9587 (0.009)	1.0812 (0.007)	0.986	706
Anchura quela fina	-0.9965 (0.010)	1.0705 (0.008)	0.966	706
Machos				
Longitud quela robusta	-0.4095 (0.006)	1.1803 (0.005)	0.988	802
Longitud quela fina	-0.3944 (0.010)	1.1467 (0.007)	0.969	802
Altura quela robusta	-0.9442 (0.010)	1.2985 (0.007)	0.976	802
Altura quela fina	-0.9367 (0.009)	1.2392 (0.007)	0.977	802
Anchura quela robusta	-1.1573 (0.011)	1.2819 (0.008)	0.969	802
Anchura quela fina	-1.1328 (0.010)	1.2101 (0.007)	0.973	802

Dada la homogeneidad de las varianzas residuales (Test de Cochran, Test de Barlett-Box; $P < 0.01$) se realizó un ANCOVA para comparar en cada sexo los parámetros de las ecuaciones alométricas ajustadas para cada morfología que relacionan la anchura del caparazón con las distintas dimensiones de las quelas: longitud, altura y anchura (Figs. 3.3.15). Los resultados indican que existen diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre las mismas (Tabla 3.3.9).

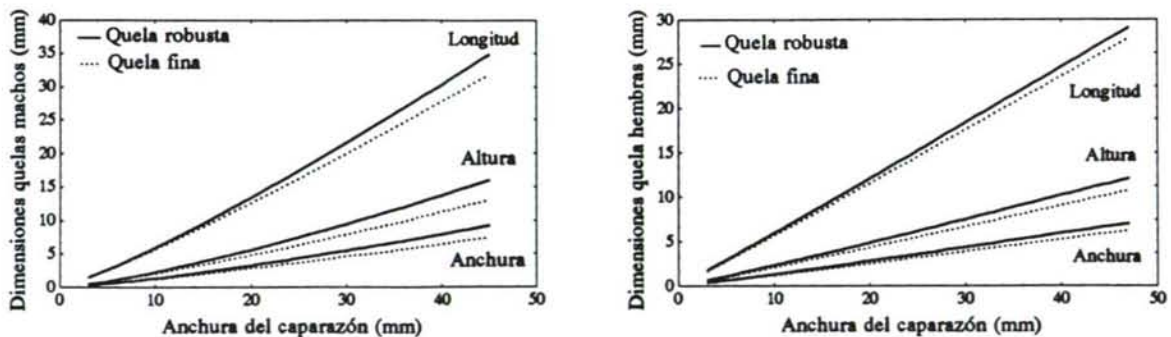


Figura 3.3.15. *Liocarcinus arcuatus*. Rectas de regresión ajustadas entre la anchura (AC) del caparazón y las diferentes dimensiones (longitud, altura y anchura) en mm de ambos tipos de quelas para el total de machos y hembras.

Tabla 3.3.9. *Liocarcinus arcuatus*. ANCOVA realizado para comparar en cada sexo los parámetros (pendiente, b y ordenada en el origen, a) de las ecuaciones alométricas que relacionan la anchura del caparazón con las diferentes dimensiones de las quelas (longitud, altura y anchura). Se indican los valores del estadístico F y su nivel de significación (** $P < 0.01$; * $P < 0.05$; ns $p > 0.05$). En los casos en que existen diferencias significativas $P < 0.05$ entre pendientes no se realizan comparaciones entre ordenadas.

	Nº	Pendiente	Ordenada
Hembras			
Longitud quela robusta/fina	1412	47.053 **	
Altura quela robusta /fina	1412	182.150 **	
Anchura quela robusta/fina	1412	174.409 **	
Machos			
Longitud quela robusta/fina	1606	15.522 **	
Altura quela robusta /fina	1606	36.976 **	
Anchura quela robusta/fina	1606	44.088 **	

Existen también diferencias significativas (ANCOVA, $P < 0.01$) al comparar entre sexos las ecuaciones de crecimiento de ambos tipos de quelas (Fig. 3.3.16). Las mayores diferencias corresponden a la anchura de las quelas, seguido de la altura, siendo la longitud la dimensión que menos discrimina entre machos y hembras tanto para la quela robusta como para la fina (Tabla 3.3.10).

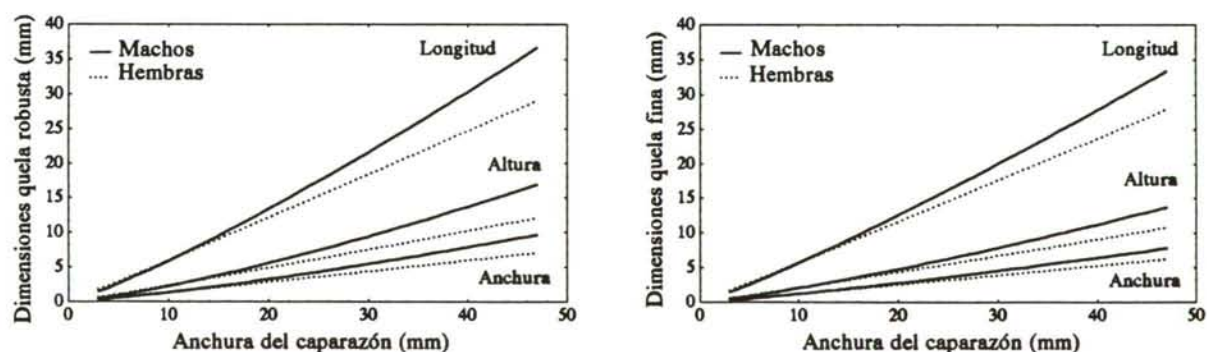


Figura 3.3.16. *Liocarcinus arcuatus*. Rectas de regresión ajustadas entre la anchura (AC) del caparazón y las diferentes dimensiones (longitud, altura y anchura) en mm de ambos sexos para cada tipo de quela.

Por tanto para una determinada anchura del caparazón y para ambos tipos de morfologías las quelas son siempre mayores para los machos que para las hembras, y dentro de cada sexo es la quela robusta la que presenta una mayor anchura, altura y en menor medida longitud que la pinza fina.

Tabla 3.3.10. *Liocarcinus arcuatus*. ANCOVA realizado para comparar entre sexos los parámetros (pendiente, b y ordenada en el origen, a) de las ecuaciones alométricas que relacionan la anchura del caparazón con las diferentes dimensiones de las quelas (longitud, altura y anchura). Se indican los valores del estadístico F y su nivel de significación (** $P < 0.01$; * $P < 0.05$; ns $p > 0.05$). En los casos en que existen diferencias significativas $P < 0.05$ entre pendientes no se realizan comparaciones entre ordenadas.

	Nº	Pendiente	Ordenada
Longitud quela robusta	1509	58.095 **	
Longitud quela fina	1509	37.685 **	
Altura quela robusta	1509	509.460 **	
Altura quela fina	1509	498.099 **	
Anchura quela robusta	1509	1205.200 **	
Anchura quela fina	1509	1362.419 **	

3.3.3. HETEROQUELIA EN *Liocarcinus depurator*

Al igual que *L. arcuatus*, también *L. depurator* presenta mayoritariamente la pinza robusta en el lado derecho (Tabla 3.3.11). En todas las estaciones y para ambos sexos el porcentaje de individuos con la pinza derecha robusta se aproxima al 90%, siendo la estación de bateas B5 en la que el porcentaje de individuos con heteroquelia inversa es mayor (Tabla 3.3.11).

Tabla 3.3.11. *Liocarcinus depurator*. Porcentaje de machos y hembras que presentan la pinza con morfología robusta a la derecha o a la izquierda en cada una de las estaciones muestreadas y para el total.

	Estación	Derecha	Izquierda	Nº
Hembras				
	B1	92.61	7.39	257
	B5	87.88	12.12	660
	M1	90.91	9.09	33
	M2	93.27	6.73	104
	Total	89.66	10.34	1054
Machos				
	B1	91.72	8.28	169
	B5	88.33	11.67	977
	M1	96.43	3.57	28
	M2	89.47	10.53	133
	Total	89.06	10.94	1307

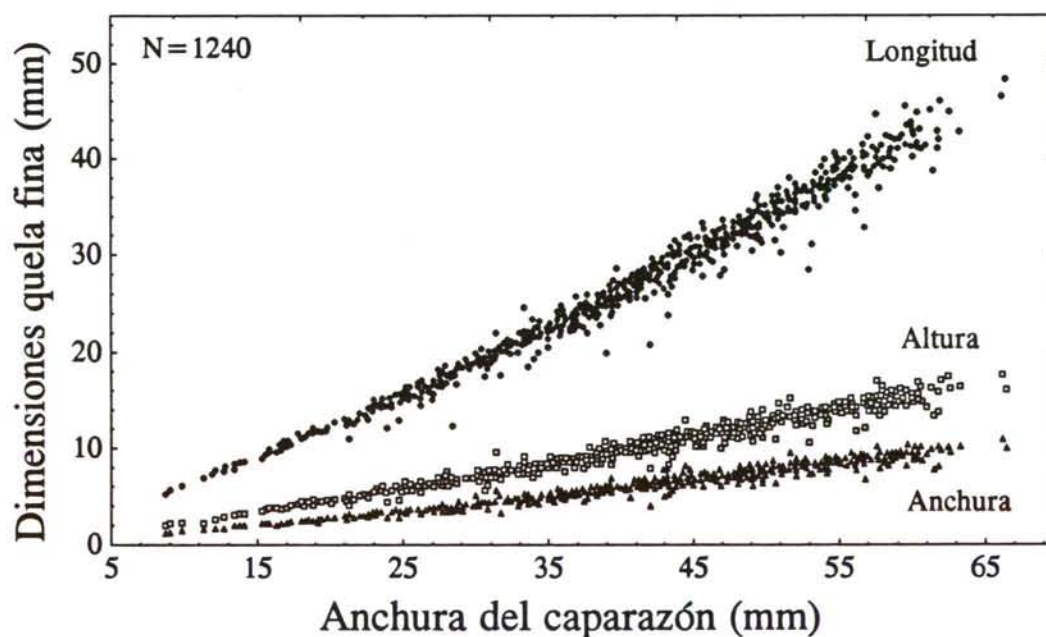
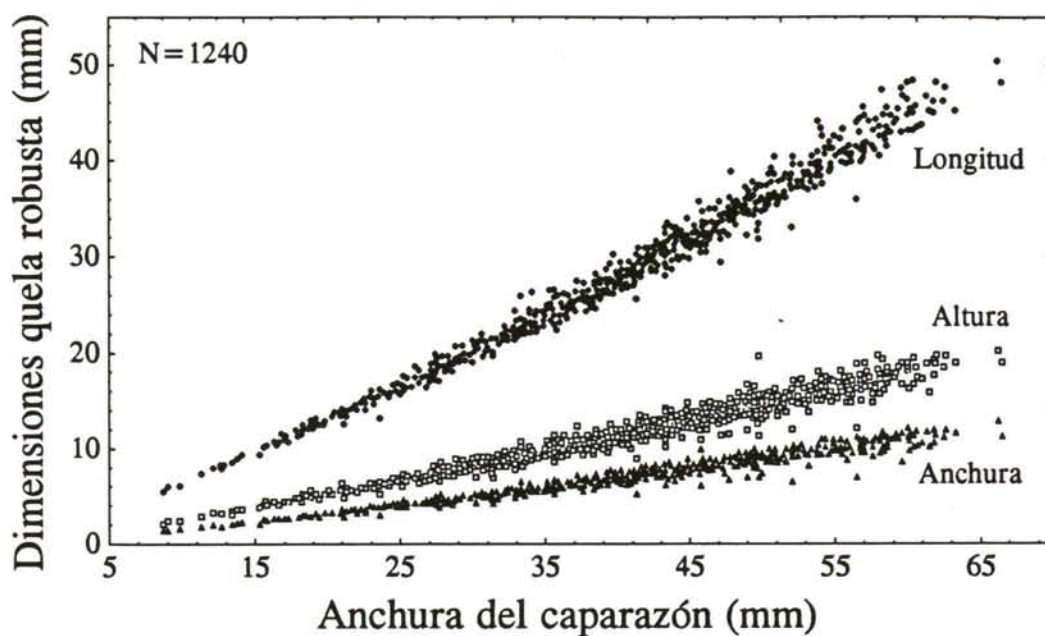


Figura 3.3.17. *Liocarcinus depurator*. Relación entre la anchura (AC) del caparazón en mm y las diferentes dimensiones (longitud, altura y anchura) de ambos tipos de quelas (superior: fina; inferior: robusta) para el total de machos.

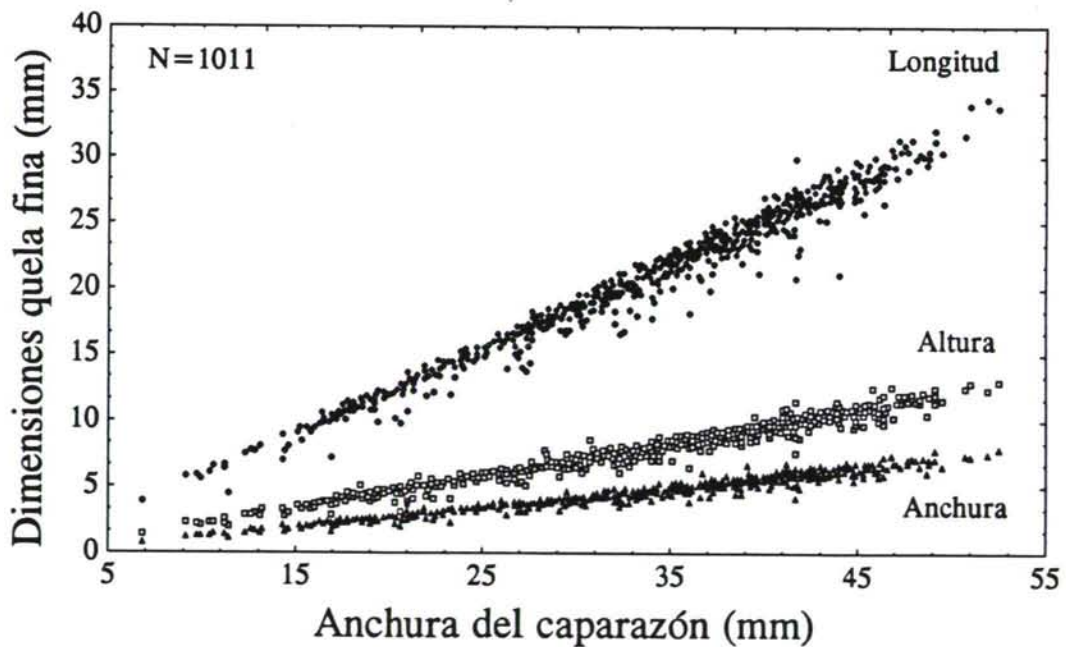
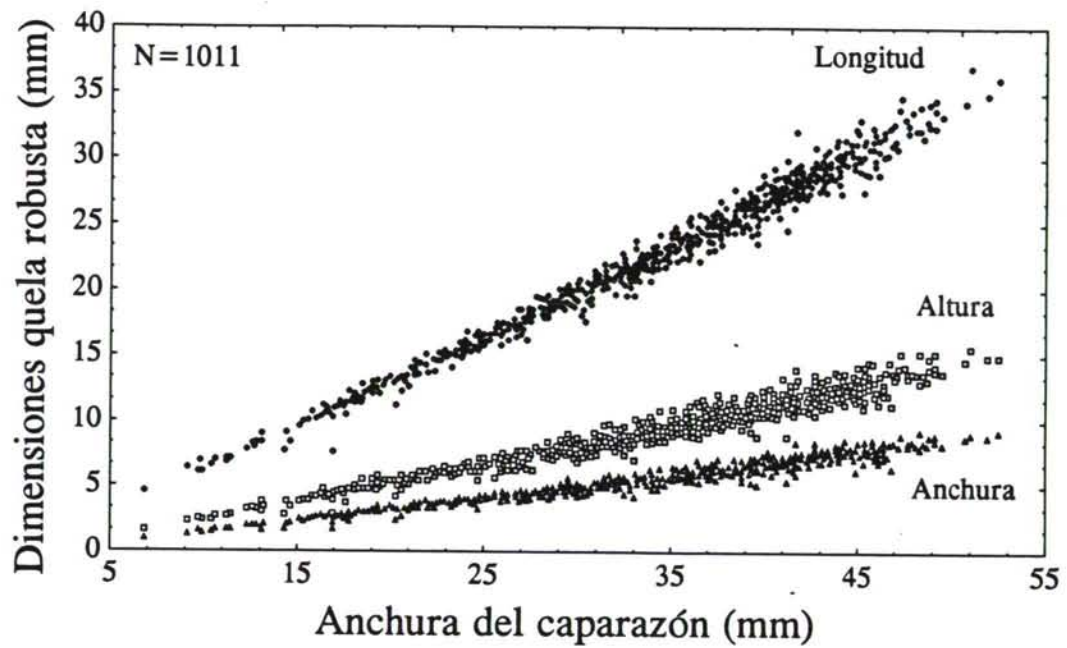


Figura 3.3.18. *Liocarcinus depurator*. Relación entre la anchura (AC) del caparazón en mm y las diferentes dimensiones (longitud, altura y anchura) de ambos tipos de quelas (superior: fina; inferior: robusta) para el total de hembras.

Tabla 3.3.12. *Liocarcinus depurator*. Porcentaje de machos y hembras que presentan la pinza con morfología robusta a la derecha o a la izquierda por clases de talla de 2 mm de anchura del caparazón en cada una de las estaciones muestreadas y para el total.

HEMBRAS																
Anchura caparazón (mm)	Estación B1			Estación B5			Estación M1			Estación M2			Total			
	Nº	Derecha	Izquierda	Nº	Derecha	Izquierda	Nº	Derecha	Izquierda	Nº	Derecha	Izquierda	Nº	Derecha	Izquierda	
6-7	0	—	—	1	—	—	0	—	—	0	—	—	1	100.00	0.00	
8-9	0	—	—	3	100.00	0.00	1	100.00	0.00	0	—	—	4	100.00	0.00	
10-11	2	100.00	0.00	5	100.00	0.00	0	—	—	1	100.00	0.00	8	100.00	0.00	
12-13	0	—	—	9	100.00	0.00	0	—	—	1	100.00	0.00	10	100.00	0.00	
14-15	3	100.00	0.00	5	60.00	40.00	0	—	—	0	—	—	8	75.00	25.00	
16-17	3	100.00	0.00	27	100.00	0.00	0	—	—	0	—	—	30	100.00	0.00	
18-19	7	100.00	0.00	21	95.24	4.76	0	—	—	4	100.00	0.00	32	96.88	3.12	
20-21	5	100.00	0.00	19	73.68	26.32	0	—	—	3	100.00	0.00	27	81.48	18.52	
22-23	8	100.00	0.00	21	80.95	19.05	1	100.00	0.00	3	100.00	0.00	33	93.94	6.06	
24-25	7	87.50	12.50	32	96.88	3.12	0	—	—	2	100.00	0.00	41	95.12	4.88	
26-27	4	80.00	20.00	36	83.33	16.67	0	—	—	5	100.00	0.00	45	84.44	15.56	
28-29	4	100.00	0.00	49	91.84	8.16	2	100.00	0.00	1	100.00	0.00	56	92.86	7.14	
30-31	9	100.00	0.00	52	90.38	9.62	1	0.00	100.00	6	100.00	0.00	68	91.18	8.82	
32-33	13	100.00	0.00	50	78.00	22.00	4	75.00	25.00	7	85.71	14.29	74	82.43	17.57	
34-35	26	100.00	0.00	55	87.27	12.73	2	100.00	0.00	11	81.82	18.18	94	90.43	9.57	
36-37	36	88.89	11.11	52	90.38	9.62	2	100.00	0.00	20	100.00	0.00	110	91.82	8.18	
38-39	43	88.37	11.63	53	84.91	15.09	3	66.67	33.33	11	81.82	18.18	110	85.45	14.55	
40-41	41	90.24	9.76	53	86.79	13.21	4	100.00	0.00	13	92.31	7.69	111	89.19	10.81	
42-43	36	91.67	8.33	43	90.70	9.30	4	100.00	0.00	7	85.71	14.29	90	91.11	8.89	
44-45	7	85.71	14.29	45	82.22	17.78	6	100.00	0.00	3	100.00	0.00	61	85.25	14.75	
46-47	0	—	—	19	89.47	10.53	1	100.00	0.00	3	100.00	0.00	23	91.30	8.70	
48-49	0	—	—	6	100.00	0.00	2	100.00	0.00	4	100.00	0.00	12	100.00	0.00	
50-51	0	—	—	3	100.00	0.00	0	—	—	0	—	—	3	100.00	0.00	
52-53	0	—	—	1	100.00	0.00	0	—	—	0	—	—	1	100.00	0.00	
54-55	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	
56-57	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	
58-59	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	
60-61	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	
62-63	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	
64-65	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	
66-67	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	

MACHOS																
Anchura caparazón (mm)	Estación B1			Estación B5			Estación M1			Estación M2			Total			
	Nº	Derecha	Izquierda	Nº	Derecha	Izquierda	Nº	Derecha	Izquierda	Nº	Derecha	Izquierda	Nº	Derecha	Izquierda	
6-7	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	
8-9	0	—	—	4	100.00	0.00	0	—	—	0	—	—	4	100.00	0.00	
10-11	0	—	—	1	100.00	0.00	0	—	—	1	100.00	0.00	2	100.00	0.00	
12-13	2	100.00	0.00	11	100.00	0.00	0	—	—	1	0.00	100.00	14	92.86	7.14	
14-15	0	—	—	2	100.00	0.00	1	100.00	0.00	3	100.00	0.00	6	100.00	0.00	
16-17	4	100.00	0.00	18	88.89	11.11	0	—	—	2	50.00	50.00	24	87.50	12.50	
18-19	7	71.43	28.57	20	100.00	0.00	0	—	—	2	100.00	0.00	29	93.10	6.90	
20-21	1	100.00	0.00	13	92.31	7.69	0	—	—	5	100.00	0.00	19	94.74	5.26	
22-23	5	100.00	0.00	29	93.10	6.90	0	—	—	2	100.00	0.00	36	94.44	5.56	
24-25	8	100.00	0.00	25	84.00	16.00	0	—	—	2	100.00	0.00	35	88.57	11.43	
26-27	7	57.14	42.86	36	91.67	8.33	1	100.00	0.00	5	80.00	20.00	49	85.71	14.29	
28-29	2	100.00	0.00	34	76.47	23.53	2	100.00	0.00	4	100.00	0.00	42	80.95	19.05	
30-31	5	80.00	20.00	46	91.30	8.70	1	100.00	0.00	6	66.67	33.33	58	87.93	12.07	
32-33	9	100.00	0.00	52	82.69	17.31	0	—	—	4	100.00	0.00	65	86.15	13.85	
34-35	10	70.00	30.00	59	91.53	8.47	2	100.00	0.00	9	100.00	0.00	80	90.00	10.00	
36-37	8	87.50	12.50	51	94.12	5.88	0	—	—	9	77.78	22.22	68	91.18	8.82	
38-39	11	90.91	9.09	52	84.62	15.38	4	100.00	0.00	10	90.00	10.00	77	87.01	12.99	
40-41	15	100.00	0.00	57	92.98	7.02	2	50.00	50.00	8	87.50	12.50	82	92.68	7.32	
42-43	19	89.47	10.53	53	84.91	15.09	3	100.00	0.00	12	91.67	8.33	87	87.36	12.64	
44-45	19	100.00	0.00	55	94.55	5.45	4	100.00	0.00	10	100.00	0.00	88	96.59	3.41	
46-47	13	100.00	0.00	46	82.61	17.39	3	100.00	0.00	10	90.00	10.00	72	87.50	12.50	
48-49	13	92.31	7.69	62	87.10	12.90	1	100.00	0.00	11	100.00	0.00	87	89.66	10.34	
50-51	6	100.00	0.00	50	86.00	14.00	3	100.00	0.00	6	83.33	16.67	65	87.69	12.31	
52-53	1	100.00	0.00	45	86.67	13.33	0	—	—	6	100.00	0.00	52	88.46	11.54	
54-55	1	100.00	0.00	49	91.84	8.16	1	100.00	0.00	3	33.33	66.67	54	88.89	11.11	
56-57	1	100.00	0.00	46	82.61	17.39	0	—	—	2	100.00	0.00	49	83.67	16.33	
58-59	0	—	—	35	91.43	8.57	0	—	—	0	—	—	35	91.43	8.57	
60-61	0	—	—	20	85.00	15.00	0	—	—	0	—	—	20	85.00	15.00	
62-63	0	—	—	5	60.00	40.00	0	—	—	0	—	—	5	60.00	40.00	
64-65	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	0	—	—	
66-67	0	—	—	2	50.00	50.00	0	—	—	0	—	—	2	50.00	50.00	

Los parámetros de las ecuaciones de regresión globales (para el total de individuos de las cuatro estaciones) (Figs.3.3.17 y 3.3.18) ajustadas para la relación entre la longitud, altura y anchura de los dos tipos de pinzas frente a la anchura del caparazón se muestran en la Tabla 3.3.14.

El análisis de la heteroquelia en función de la talla muestra que en general los individuos de *L. depurator* de menor tamaño presentan los dos morfologías quelares en su posición normal (robusta a la derecha, fina a la izquierda) en una proporción siempre cercana al 100% tanto en machos como en hembras (Tabla 3.3.12). El porcentaje de ejemplares con la pinza robusta a la izquierda aumenta en las clases de talla medianas y grandes, aunque dicho aumento no se produce de forma gradual al aumento de talla como cabría esperar. Se mantienen pues porcentajes muy semejantes entre todas las clases tallas medianas y grandes (Tabla 3.3.12).

Los valores obtenidos para la relación quela robusta/fina en función de su posición derecha o izquierda en todas las dimensiones medidas, indican que tanto en los machos como en las hembras el tamaño del propodio robusto frente al de morfología fina es distinto en función de su situación derecha o izquierda (Tabla 3.3.13). Existe pues una mayor diferencia entre el tamaño de las quelas cuando la morfología robusta se encuentra a la derecha (el valor de la relación siempre supera la unidad) que cuando se haya a la izquierda (con valores inferiores a la unidad).

La dimensión que más variación experimenta en función de la posición es la anchura del propodio. Cuando el quelípedo robusto es el derecho, la anchura es la dimensión que más se diferencia frente al quelípedo fino y por el contrario cuando el quelípedo robusto es el izquierdo es la dimensión en la que menos se diferencian ambas morfologías, siendo en este caso la longitud la dimensión comparativamente más distinta (Tabla 3.3.13). Este patrón se manifiesta en ambos sexos, exceptuando en las hembras de M1 debido sobre todo al bajo número capturado (N=3).

Tabla 3.3.13. *Liocarcinus depurator*. Relación quela robusta/quela fina (para la longitud, altura y anchura del propodio) de la pinza derecha e izquierda de hembras y machos en cada una de las estaciones. D.S.= Desviación standard.

Estación	Variable	Propodio derecho robusto			Propodio izquierdo robusto		
		Media	D.S.	Nº	Media	D.S.	Nº
HEMBRAS							
B1	Longitud	1.064	0.030	203	0.921	0.039	17
	Altura	1.131	0.060	203	0.889	0.043	17
	Anchura	1.163	0.067	203	0.836	0.046	17
B5	Longitud	1.066	0.040	572	0.920	0.048	80
	Altura	1.139	0.062	572	0.856	0.059	80
	Anchura	1.169	0.071	572	0.833	0.049	80
M1	Longitud	1.101	0.064	30	1.189	0.021	3
	Altura	1.226	0.066	30	1.261	0.032	3
	Anchura	1.217	0.069	30	1.229	0.045	3
M2	Longitud	1.086	0.044	96	0.934	0.033	5
	Altura	1.192	0.093	96	0.870	0.061	5
	Anchura	1.197	0.084	96	0.862	0.085	5
Total	Longitud	1.100	0.000	901	0.900	0.000	105
	Altura	1.100	0.100	901	0.900	0.100	105
	Anchura	1.200	0.100	901	0.800	0.100	105
MACHOS							
B1	Longitud	1.068	0.049	134	0.934	0.045	12
	Altura	1.143	0.083	134	0.870	0.067	12
	Anchura	1.170	0.081	134	0.867	0.049	12
B5	Longitud	1.059	0.036	826	0.938	0.048	112
	Altura	1.139	0.065	826	0.887	0.055	112
	Anchura	1.165	0.075	826	0.865	0.056	112
M1	Longitud	1.093	0.041	27	0.934	---	1
	Altura	1.234	0.070	27	0.863	---	1
	Anchura	1.224	0.084	27	0.818	---	1
M2	Longitud	1.084	0.053	117	0.913	0.043	13
	Altura	1.189	0.094	117	0.840	0.022	13
	Anchura	1.203	0.109	117	0.808	0.063	13
Total	Longitud	1.100	0.000	1104	0.900	0.000	138
	Altura	1.100	0.100	1104	0.900	0.100	138
	Anchura	1.200	0.100	1104	0.900	0.100	138

Tabla 3.3.14. *Liocarcinus depurator*. Relación entre la anchura (AC) y las distintas dimensiones (longitud, altura y anchura) de las quelas robusta y fina para el total de hembras y machos. Se indican los parámetros de la ecuación alométrica $\lg Y = \lg a + b \cdot \lg AC$ y el número de individuos analizados.

	Constantes de las Regresiones			Nº
	lg a (SE)	b (SE)	r ²	
Hembras				
Longitud quela robusta	-0.2475 (0.005)	1.0455 (0.004)	0.988	1011
Longitud quela fina	-0.2891 (0.007)	1.0537 (0.004)	0.982	1011
Altura quela robusta	-0.7005 (0.009)	1.0871 (0.006)	0.969	1011
Altura quela fina	-0.7102 (0.008)	1.0546 (0.005)	0.974	1011
Anchura quela robusta	-0.9086 (0.010)	1.0828 (0.006)	0.967	1011
Anchura quela fina	-0.9404 (0.010)	1.0582 (0.006)	0.964	1011
Machos				
Longitud quela robusta	-0.3280 (0.005)	1.1085 (0.003)	0.991	1240
Longitud quela fina	-0.3621 (0.006)	1.1131 (0.004)	0.988	1240
Altura quela robusta	-0.7416 (0.008)	1.1199 (0.005)	0.974	1240
Altura quela fina	-0.7656 (0.007)	1.0981 (0.004)	0.981	1240
Anchura quela robusta	-0.9446 (0.009)	1.1155 (0.005)	0.972	1240
Anchura quela fina	-1.0065 (0.009)	1.1121 (0.005)	0.972	1240

En los machos el crecimiento observado es alométricamente positivo (Test t; $P < 0.01$) en todas las dimensiones quelares y para ambas morfologías. El nivel de alometría observado es mayor en la quela robusta para la altura y anchura que en la quela fina, mientras que la longitud de la quela fina presenta un crecimiento alométrico superior al de la quela robusta. En las hembras los valores obtenidos presentan un nivel de alometría positiva inferior que para los machos, pudiendo considerarse el crecimiento casi isométrico (Tabla 3.3.14). El patrón de variabilidad observado en las diferentes dimensiones quelares de los machos se mantienen para las hembras, de manera que el nivel de alometría de la anchura y altura de la quela robusta es mayor al de la quela fina sucediendo lo inverso en el caso de la longitud y siempre para una determinada anchura de caparazón (Tabla 3.3.14).

Tabla 3.3.15. *Liocarcinus depurator*. ANCOVA realizado para comparar en cada sexo los parámetros (pendiente, b y ordenada en el origen, a) de las ecuaciones alométricas que relacionan la anchura del caparazón con las diferentes dimensiones de las quelas (longitud, altura y anchura). Se indican los valores del estadístico F y su nivel de significación (** $P < 0.01$; * $P < 0.05$; ns $p > 0.05$). En los casos en que existen diferencias significativas $P < 0.05$ entre pendientes no se realizan comparaciones entre ordenadas.

	Nº	Pendiente	Ordenada
Hembras			
Longitud quela robusta/fina	2022	34.970 **	
Altura quela robusta /fina	2022	18.758 **	
Anchura quela robusta/fina	2022	0.245 ns	36781.860 **
Machos			
Longitud quela robusta/fina	2484	0.949 ns	1420.308 **
Altura quela robusta /fina	2484	10.285 **	
Anchura quela robusta/fina	2484	0.142 ns	3489.909 **

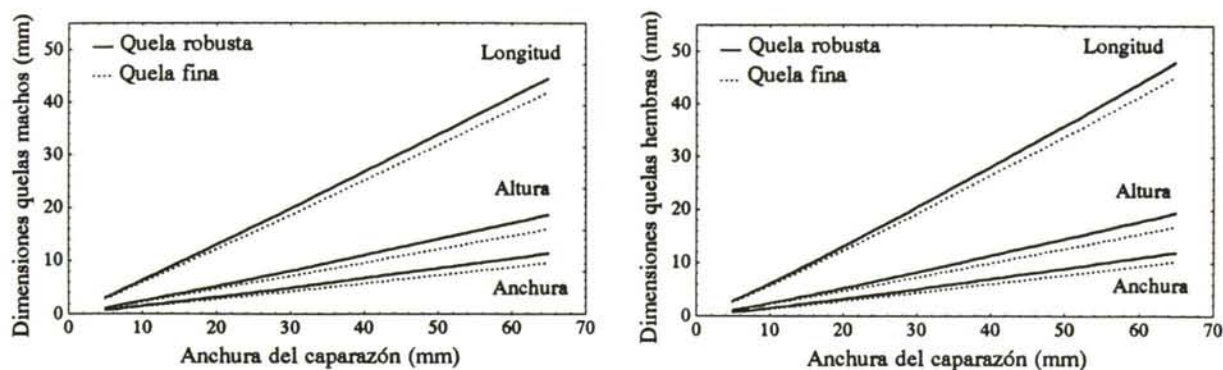


Figura 3.3.19. *Liocarcinus depurator*. Rectas de regresión ajustadas entre la anchura (AC) del caparazón y las diferentes dimensiones (longitud, altura y anchura) en mm de ambos tipos de quelas para el total de machos y hembras.

Las ecuaciones de regresión obtenidas en cada sexo para cada dimensión (longitud, altura y anchura) (Fig. 3.3.19) han sido comparadas por medio de un análisis de covarianza (ANCOVA) al cumplir la homogeneidad de varianzas residuales (Test de Cochran, Test de Barlett-Box, $P < 0.01$). Los machos sólo presentan diferencias significativas de la pendiente ($P < 0.01$) para la altura, mientras la longitud y anchura de la quela manifiestan diferencias significativas en la ordenada en el origen (Tabla 3.3.15). Las diferencias significativas ($P < 0.01$) existentes en las hembras se producen principalmente en la longitud y altura de las quelas, estableciéndose únicamente diferencias en la anchura al comparar las ordenadas en el origen (Tabla 3.3.15).

Tabla 3.3.16. *Liocarcinus depurator*. ANCOVA realizado para comparar entre sexos los parámetros (pendiente, b y ordenada en el origen, a) de las ecuaciones alométricas que relacionan la anchura del caparazón con las diferentes dimensiones de las quelas (longitud, altura y anchura). Se indican los valores del estadístico F y su nivel de significación (** $P < 0.01$; * $P < 0.05$; ns $p > 0.05$). En los casos en que existen diferencias significativas $P < 0.05$ entre pendientes no se realizan comparaciones entre ordenadas.

	Nº	Pendiente	Ordenada
Longitud quela robusta	2253	165.578 **	
Longitud quela fina	2253	13.688 **	
Altura quela robusta	2253	17.638 **	
Altura quela fina	2253	52.042 **	
Anchura quela robusta	2253	57.254 **	
Anchura quela fina	2253	37.975 **	

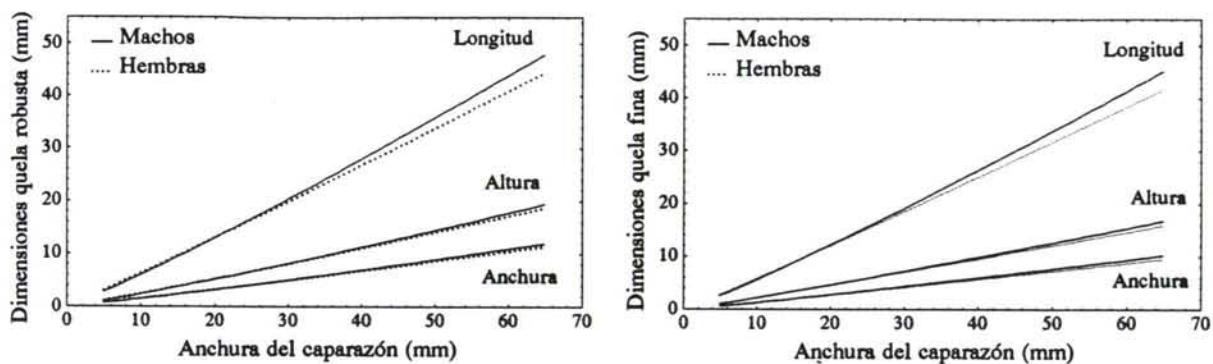


Figura 3.3.20. *Liocarcinus depurator*. Rectas de regresión ajustadas entre la anchura (AC) del caparazón y las diferentes dimensiones (longitud, altura y anchura) en mm de ambos sexos para cada tipo de quela.

Los resultados del ANCOVA efectuado para comparar entre sexos las ecuaciones de crecimiento obtenidas para las distintas dimensiones de ambas quelas (Fig. 3.3.20) indican la existencia de diferencias significativas ($P < 0.01$) en todas ellas (Tabla 3.3.16). La mayor diferenciación sexual se produce en la longitud de la quela robusta seguido de su anchura. En el caso de la altura, es la quela fina la que presenta un crecimiento más diferenciado entre ambos sexos.

Por tanto para una misma anchura los machos de *L. depurator* presentan siempre un mayor tamaño de las quelas (tanto de la robusta como de la fina) que las hembras, siendo en los machos la altura de la quela la dimensión con un crecimiento más distinto entre ambas morfologías, mientras que en las hembras las mayores diferencias entre morfologías se establecen principalmente para la longitud y en menor medida para la altura.

3.4. Reproducción

3.4. REPRODUCCIÓN

Uno de los aspectos más importantes en el ciclo vital de cualquier organismo es el estudio de su biología reproductiva. Los numerosos estudios realizados sobre la biología reproductiva de los crustáceos en general y de los braquiuros en particular engloban múltiples aspectos entre los que por su importancia biológica destacan principalmente la determinación de la talla a la cual se alcanza la madurez sexual, el ciclo reproductivo y de cría de la especie y los diferentes aspectos ligados con la fecundidad (HARTNOLL, 1985). Las soluciones aportadas por los braquiuros a cada uno de dichos apartados es muy variada, existiendo una gran diversidad de estrategias reproductivas (HARTNOLL & GOULD, 1988).

3.4.1. TALLA DE MADUREZ SEXUAL

Distintos criterios funcionales y fisiológicos han sido empleados en decápodos para establecer la talla a la que se alcanza la madurez sexual: presencia de espermátóforos en los machos; desarrollo gonadal, presencia de espermatozoides en la espermateca, tapones de espermatozoides y presencia de huevos en las hembras (GONZÁLEZ-GURRIARÁN, 1985b; FERNÁNDEZ *et al.*, 1991b; GONZÁLEZ-GURRIARÁN & FREIRE, 1994). Se ha demostrado que en muchas especies de braquiuros la madurez fisiológica no necesariamente coincide con la madurez funcional (CONAN & COMEAU, 1986), por lo que los criterios basados en el desarrollo gonadal no son siempre suficientes a la hora de definir la talla a la que se alcanza la madurez sexual y viceversa.

El análisis de datos morfométricos permite definir el tipo de crecimiento alométrico existente entre diferentes partes corporales (quelas, abdomen, pleópodos, etc.), siendo la talla a la que se alcanza la madurez sexual un factor determinante de cambios en el

crecimiento relativo de dichas partes corporales (HARTNOLL, 1974, 1978). Este hecho ha sido ya observado en *L. depurator* (ABELLÓ *et al.*, 1990; MORI & ZUNINO, 1987) y en otras especies de portúnidos (CHOY, 1988; DAVIDSON & MARSDEN 1987; GONZÁLEZ-GURRIARÁN & FREIRE, 1994; HAEFNER, 1985, 1990a) no habiendo sido citado para *L. arcuatus*. En las costas de Galicia la información existente sobre madurez sexual en *L. arcuatus* y *L. depurator* solo concierne a las hembras y esta basada en datos de presencia de huevos en el abdomen (FERNÁNDEZ *et al.*, 1991b; FREIRE *et al.*, 1991b).

En este capítulo se analiza la talla a la que se alcanza la madurez sexual en *L. arcuatus* y *L. depurator* mediante dos tipos de estudio: un estudio biológico realizado únicamente para las hembras y basado en los porcentajes mensuales de hembras maduras (agrupando las hembras ovígeras y las que presentan un estado III o IV de desarrollo gonadal) y un estudio morfométrico realizado para ambos sexos utilizando diferentes técnicas de regresión.

3.4.1.1. TALLA DE MADUREZ SEXUAL DE *L. arcuatus*

3.4.1.1.1. Análisis basado en el porcentaje de hembras maduras

Se ha estimado la talla de madurez de las hembras de *L. arcuatus* a partir del porcentaje de hembras maduras (hembras ovígeras y hembras en estado gonadal III o IV) de las tres estaciones agrupadas (Tabla 3.4.1; Fig. 3.4.1). La talla mínima observada para una hembra madura fue de 15.2 mm de anchura de caparazón (estación P3, julio) siendo de 15.8 mm la anchura de caparazón de la menor hembra ovígera capturada (estación P3, septiembre).

Tabla 3.4.1. *Liocarcinus arcuatus*. Porcentaje mensual de hembras maduras (hembras ovígeras y hembras en estado gonadal III y IV) en cada una de las estaciones muestreadas y para el total.

	ESTACION B1		ESTACION B6		ESTACION P3		TOTAL	
	N°	% MADURAS	N°	% MADURAS	N°	% MADURAS	N°	% MADURAS
JUL	16	68.75	72	54.17	329	53.50	417	54.20
AGO	27	74.07	79	40.51	226	38.50	332	41.87
SEP	2	50.00	55	20.00	299	16.72	356	17.42
OCT	10	0.00	94	5.32	337	13.95	441	11.79
NOV	13	84.62	31	16.13	316	47.47	360	46.11
DIC	—	—	—	—	—	—	—	—
ENE	5	60.00	56	69.64	343	90.67	404	87.38
FEB	18	61.11	47	68.09	140	73.57	205	71.22
MAR	8	62.50	193	58.03	230	52.61	431	55.22
ABR	6	33.33	191	40.84	277	61.01	474	52.32
MAY	23	52.17	240	50.83	54	70.37	317	54.26
JUN	32	78.13	219	60.73	25	64.00	276	63.04

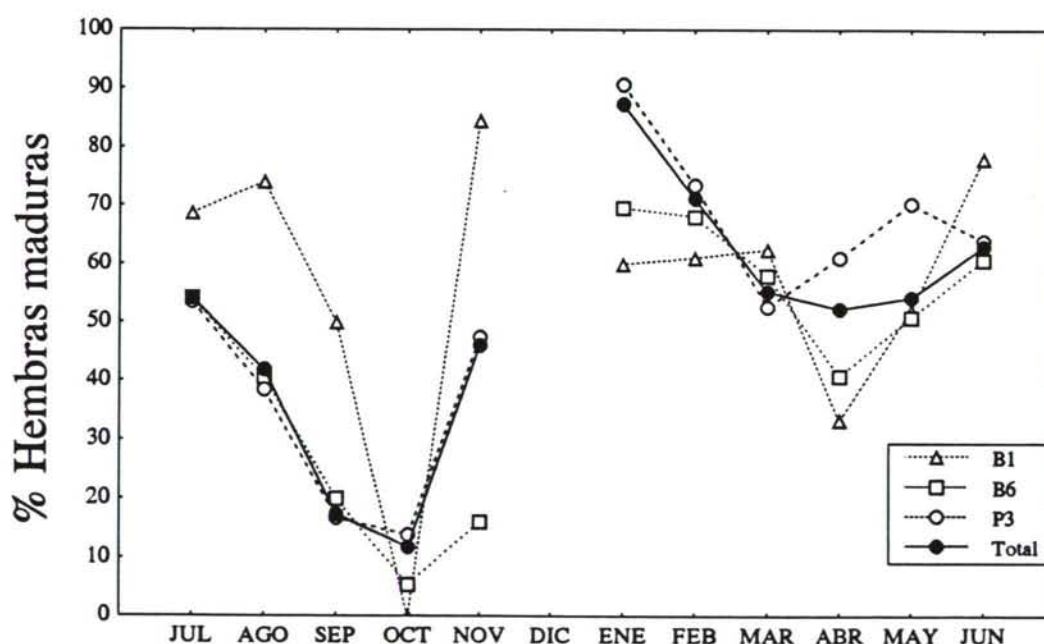


Figura 3.4.1. *Liocarcinus arcuatus*. Evolución anual del porcentaje de hembras maduras (hembras ovígeras y hembras con desarrollo gonadal III y IV) a lo largo del ciclo anual para las diferentes estaciones de muestreo y para el total.

Los valores de la talla de madurez obtenidos en aquellos meses en que fue posible ajustar una ecuación logística aparecen en la Tabla 3.4.2 y en la Figura 3.4.2. Las diferentes estimas oscilan entre los 18.45 mm del mes de febrero y los 27.00 mm de agosto. Hay pues una amplia variabilidad en las estimas obtenidas en los diferentes meses.

Tabla 3.4.2. *Liocarcinus arcuatus*. Resultados del ajuste de la ecuación logística a las distintas muestras mensuales. Se indican los parámetros r y AC' (talla de madurez estimada en mm correspondiente a $P=50\%$) y R^2 .

Mes	r	AC'	R^2
Julio	0.1583	22.44	0.6656
Agosto	0.1675	27.00	0.7816
Septiembre	----	----	----
Octubre	----	----	----
Noviembre	----	----	----
Enero	0.3337	20.98	0.7629
Febrero	0.3632	18.45	0.6985
Marzo	----	----	----
Abril	----	----	----
Mayo	----	----	----
Junio	----	----	----

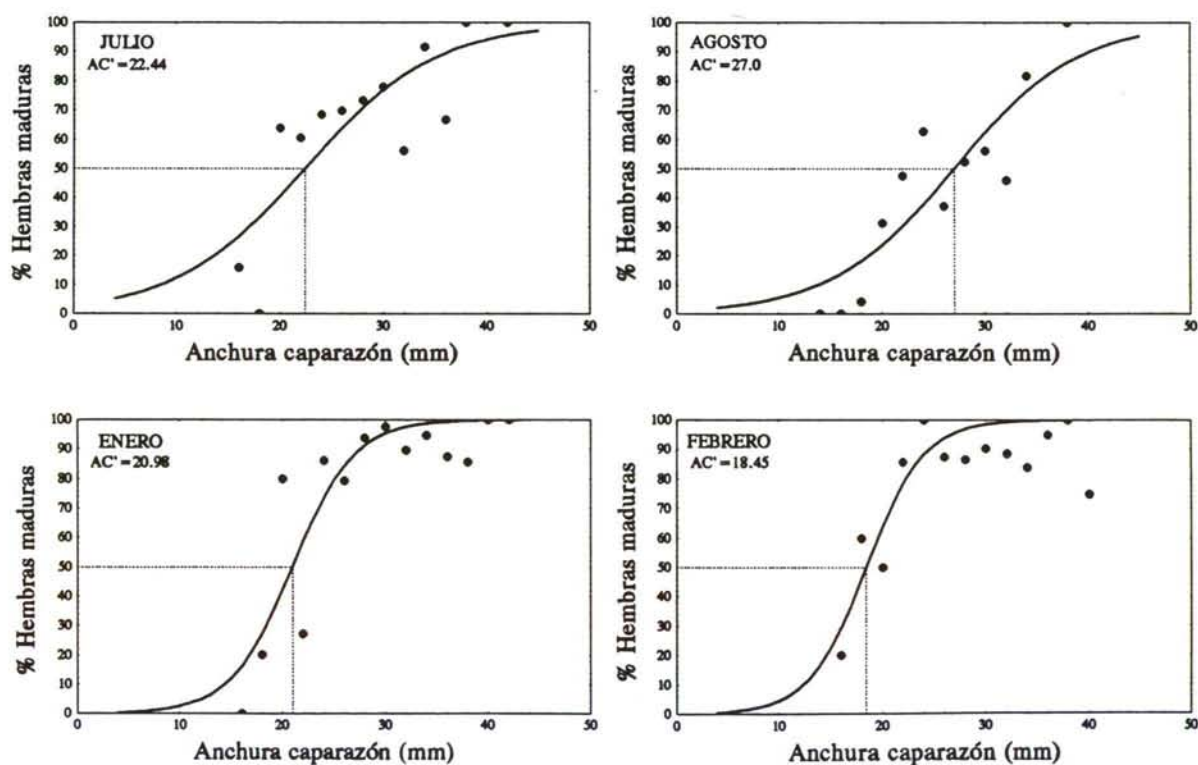


Figura 3.4.2. *Liocarcinus arcuatus*. Curva logística ajustada para el porcentaje de hembras maduras por clase de talla (anchura de caparazón). AC' es la talla de madurez estimada (anchura del caparazón en mm a la cual el 50% de las hembras están maduras).

En los meses de enero y febrero el porcentaje de hembras maduras es el más elevado de todo el ciclo anual (87.38% y 71.22% respectivamente) siendo en estos mismos meses en los que se obtienen las estimas de la talla de madurez más pequeñas (Tabla 3.4.2). Por el contrario en los otros dos meses en los que se ajusta la función logística, los valores del porcentaje de hembras maduras son menores (54.20 y 41.87% respectivamente para julio y agosto) obteniendose unos valores más elevados para la talla de madurez (Tabla 3.4.2). Posibles diferencias en la talla de las hembras maduras en las dos épocas analizadas podrían explicar este hecho.

3.4.1.1.2. Estudio morfométrico de la talla de madurez sexual

A). Análisis de Componentes Principales.

El resultado del análisis de componentes principales realizado para ambos sexos indica que el eje I, el cual explica el 98.6% y 97.9% de la varianza para machos y hembras respectivamente, está fuertemente correlacionado con todas las variables, con valores superiores al 0.96 en machos y 0.98 en hembras (Tabla 3.4.3) representando pues la talla corporal. En machos las correlaciones más elevadas para el eje I se obtienen para las variables longitud y anchura del caparazón junto con la longitud de la quela derecha. Son también la longitud y anchura del caparazón junto con las anchuras de los segmentos abdominales 4º y 5º las variables más fuertemente correlacionadas con el eje I en el caso de las hembras (Tabla 3.4.3).

El eje II (0.9% y 0.6% de la variabilidad explicada para machos y hembras respectivamente) muestra diferencias entre ambos sexos. En los machos este eje opone las distintas variables de ambos quelípedos (todas ellas con correlación negativa) al resto de variables (todas ellas positivas) y especialmente a la longitud del 1º pleópodo, el cual es la variable con correlación más alta para el eje II (Tabla 3.4.3). Este eje representa las posibles diferencias en el crecimiento alométrico de las distintas variables de los machos,

Tabla 3.4.3. *Liocarcinus arcuatus*. Correlaciones entre variables y ejes del análisis de componentes principales realizado para ambos sexos.

Variables	Machos			Hembras		
	PC I	PC II	PC III	PC I	PC II	PC III
Longitud caparazón	0.99621	0.00709	-0.01689	0.99777	-0.01584	-0.00454
Anchura caparazón	0.99618	0.01131	-0.01677	0.99773	-0.01740	-0.00758
Longitud quela derecha	0.99660	-0.04103	0.04539	0.99542	0.06398	-0.00777
Altura quela derecha	0.99035	-0.07438	0.10401	0.99032	0.12122	-0.02120
Anchura quela derecha	0.98571	-0.08541	0.12994	0.98255	0.17326	-0.03021
Longitud quela izquierda	0.98943	-0.01393	-0.09341	0.99578	-0.02658	0.04791
Altura quela izquierda	0.99177	-0.02799	-0.10166	0.99190	-0.03380	0.09578
Anchura quela izquierda	0.99034	-0.01944	-0.10771	0.98780	-0.03439	0.13142
Longitud 1º pleópodo	0.96611	0.24967	0.05914	—	—	—
Anchura segmento 4º	—	—	—	0.99691	-0.04153	-0.03874
Anchura segmento 5	—	—	—	0.99624	-0.04862	-0.04687
Anchura segmento 6º	—	—	—	0.98830	-0.08016	-0.08406
Anchura segmento 5º/6º	—	—	—	0.99367	-0.05813	-0.05327

situando los machos maduros hacia valores positivos mientras los inmaduros se dispondrían hacia los valores más negativos (Fig. 3.4.3). En las hembras el eje II está correlacionado positivamente con las diferentes variables del quelípodo derecho siendo la correlación más elevada con la de la anchura de la quela. Indica la heteroquelia existente, distribuyendo los individuos con la pinza derecha robusta hacia valores positivos y a los ejemplares con la pinza izquierda robusta hacia valores negativos (Fig. 3.4.4).

El eje III (0.7% de la varianza en machos y 0.4% en hembras) representa diferencias en el crecimiento alométrico del 1º pleópodo y de la quela derecha frente al resto de variables, principalmente frente a las del quelípodo izquierdo por lo que representaría la heteroquelia, situando a los individuos con la pinza derecha robusta hacia valores positivos y hacia los negativos a los individuos de pinza izquierda robusta (Fig. 3.4.3). Tanto la longitud del 1º pleópodo como las distintas variables de la quela derecha están positivamente correlacionadas por lo que este eje indica también en cierto modo la madurez sexual, caracterizada en los machos por la adquisición de pinzas robustas y por el tamaño del 1º pleópodo.

En las hembras el eje III es prácticamente inverso al eje II oponiendo en este caso las variables del quelípodo izquierdo (con correlaciones positivas) a las del quelípodo

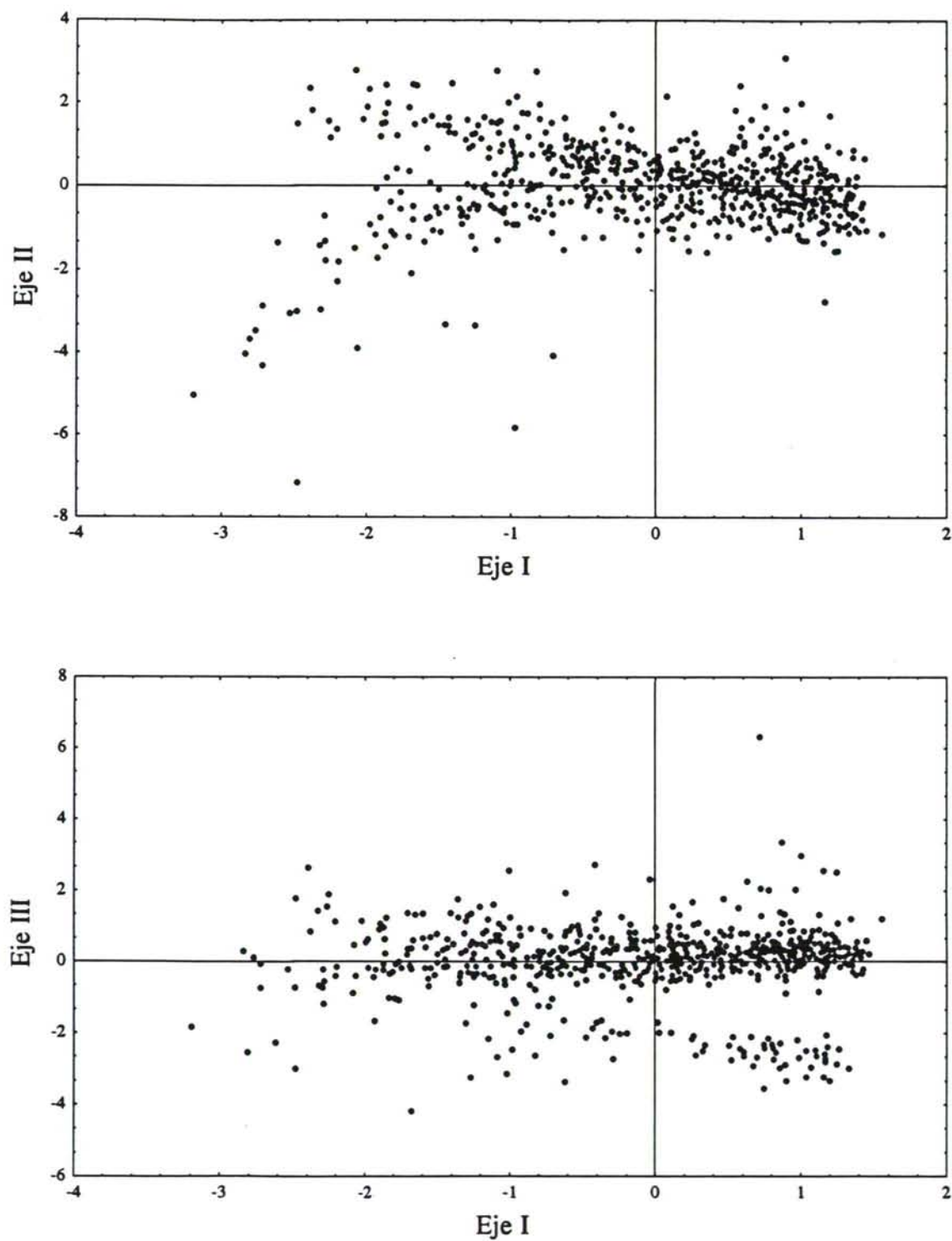


Figura 3.4.3. *Liocarcinus arcuatus*. Análisis de Componentes Principales en machos. Distribución de las observaciones sobre los planos formados por los ejes I/II (superior) y I/III (inferior).

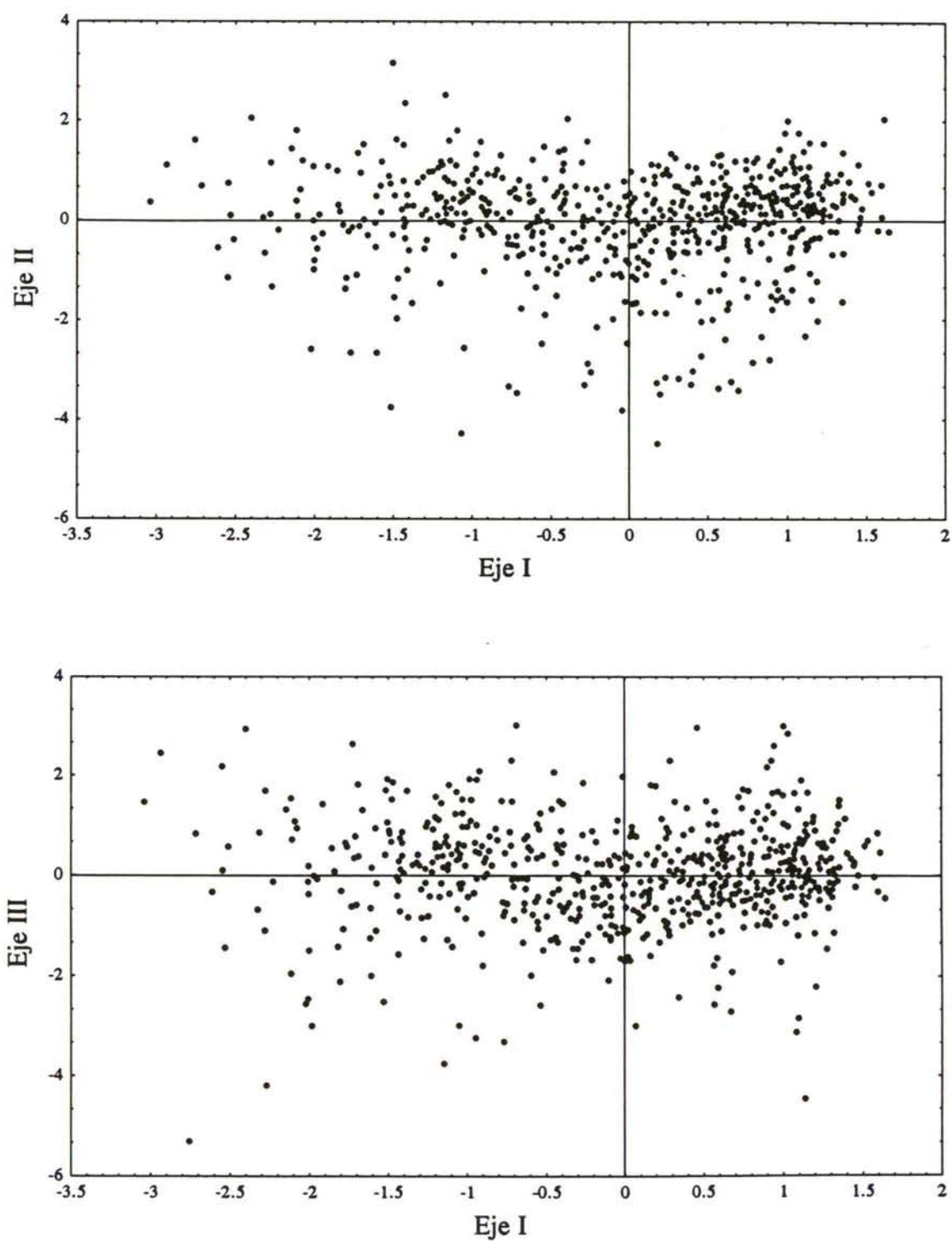


Figura 3.4.4. *Liocarcinus arcuatus*. Análisis de Componentes Principales en hembras. Distribución de las observaciones sobre los planos formados por los ejes I/II (superior) y I/III (inferior).

derecho (negativamente correlacionadas), distribuyéndose los individuos de un modo muy semejante para ambos ejes (Fig. 3.4.4).

B). *Análisis de regresión bivalente.*

Los parámetros de las ecuaciones alométricas calculadas para el total de individuos de ambos sexos (modelo de 1 fase) se muestran en la Tabla 3.4.4. En los machos todas las variables morfométricas relacionadas con dimensiones de las quelas (longitud, altura y anchura) presentan un crecimiento alométrico positivo ($b < 1$) (t-test, $P < 0.001$), mayor cuando los valores analizados son los relacionados con la morfología robusta (Fig. 3.4.5) y correspondiendo los valores más altos a las alturas. La longitud del 1^{er} pleópodo (Fig. 3.4.5) presenta sin embargo una alometría negativa ($b < 1$) (t-test, $P < 0.001$) indicando un menor crecimiento del mismo con la edad (Tabla 3.4.4).

Tabla 3.4.4. *Liocarcinus arcuatus*. Parámetros de las ecuaciones alométricas ajustadas para el total de individuos de ambos sexos. N= número de datos.

Variable	Machos				Hembras			
	log a	b	r ²	N	log a	b	r ²	N
Quela derecha robusta								
Longitud	-0.4104	1.1816	0.988	725	-0.2521	1.0265	0.992	636
Altura	-0.9422	1.2988	0.977	725	-0.6997	1.0678	0.986	636
Anchura	-1.1563	1.2829	0.968	725	-0.9596	1.0830	0.973	636
Quela derecha fina								
Longitud	-0.3951	1.1417	0.981	77	-0.2839	1.0213	0.972	64
Altura	-0.8680	1.1859	0.969	77	-0.6658	0.9918	0.951	64
Anchura	-1.1107	1.1819	0.965	77	-0.9984	1.0501	0.934	64
Quela izquierda robusta								
Longitud	-0.4029	1.1710	0.990	77	-0.2668	1.0317	0.988	64
Altura	-0.9820	1.3090	0.981	77	-0.7603	1.0915	0.973	64
Anchura	-1.1893	1.2889	0.981	77	-0.9890	1.0906	0.971	64
Quela izquierda fina								
Longitud	-0.3951	1.1478	0.968	725	-0.2785	1.0317	0.989	636
Altura	-0.9456	1.2461	0.979	725	-0.7608	1.0736	0.980	636
Anchura	-1.1372	1.2147	0.975	725	-1.0013	1.0761	0.971	636
Longitud 1° pleópodo	-0.4403	0.8270	0.923	816	---	---	---	---
Abdomen								
Segmento 4°	---	---	---	---	-0.5592	1.1782	0.992	735
Segmento 5°	---	---	---	---	-0.7347	1.2750	0.990	735
Segmento 6°	---	---	---	---	-0.9960	1.3433	0.972	735
Segmento 5°/6°	---	---	---	---	-0.8583	1.3044	0.984	735

En las hembras las relaciones alométricas de todas las variables de las quelas son muy ligeramente positivas ($b > 1$), con excepción de la quela derecha fina la cual es

ligeramente negativa, aunque en todos los casos se puede considerar que presentan un crecimiento isométrico (t-test, $P < 0.001$). Por el contrario las anchuras de los segmentos abdominales (Fig. 3.4.6) sí presentan un crecimiento alométrico claramente positivo (t-test, $P < 0.001$) mayor para el 6º segmento y para la medida efectuada entre el 5º y 6º segmento (Tabla 3.4.4).

Los resultados de la comparación realizada mediante el método de GAERTNER & LALOE (1986) (Método 1) entre los modelos de crecimiento de una y dos fases se indican en la Tabla 3.4.5. Los machos manifiestan un cambio en la alometría de la mayor parte de las variables quelares estudiadas. El crecimiento de todas las dimensiones de la quela derecha robusta se ajusta mejor al modelo de dos fases ($P < 0.001$) con valores elevados de la F (LQDR $F_{2,386} = 34.78$; ALQDR $F_{2,386} = 41.20$; ANQDR $F_{2,386} = 15.23$). Al analizar las pinzas de morfología fina se observa que sólo la altura (tanto para la quela derecha como izquierda) y la anchura (cuando es la pinza izquierda la de morfología fina) presentan un crecimiento alométrico en dos fases ($P < 0.001$). También el crecimiento en longitud del 1º pleópodo se ajusta mejor al modelo de dos fases que al de una fase ($p < 0.001$) presentando un valor elevado de la F (PLEO $F_{2,444} = 31.26$).

En el crecimiento alométrico de las quelas de las hembras se aprecian notables diferencias con respecto a los machos ya que únicamente son las alturas y anchuras de la quela derecha robusta y de la pinza izquierda fina las que presentan un modelo de crecimiento de dos fases ($P < 0.001$), obteniéndose además unos valores de la F no muy elevados (Tabla 3.4.5). Por el contrario todos los segmentos abdominales analizados muestran resultados altamente significativos ($P < 0.001$) con valores de F elevados principalmente el segmento 5º y 6º (SEG4 $F_{2,355} = 23.81$; SEG5 $F_{2,355} = 37.80$; SEG6 $F_{2,355} = 41.20$; SEG56 $F_{2,355} = 23.37$).

Tanto el método de SOMERTON (1980a) (Método 2) como el de LOVETT & FELDER (1989) (Método 3) han sido aplicados a las variables con un alto nivel de significación según el método de GAERTNER & LALOE y que además pudieran estar

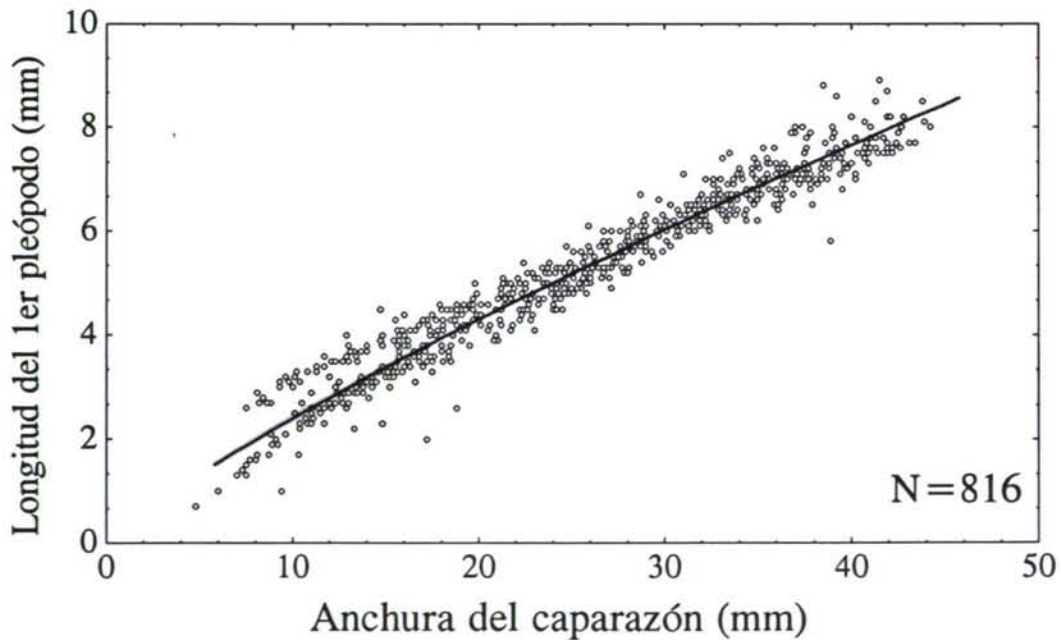
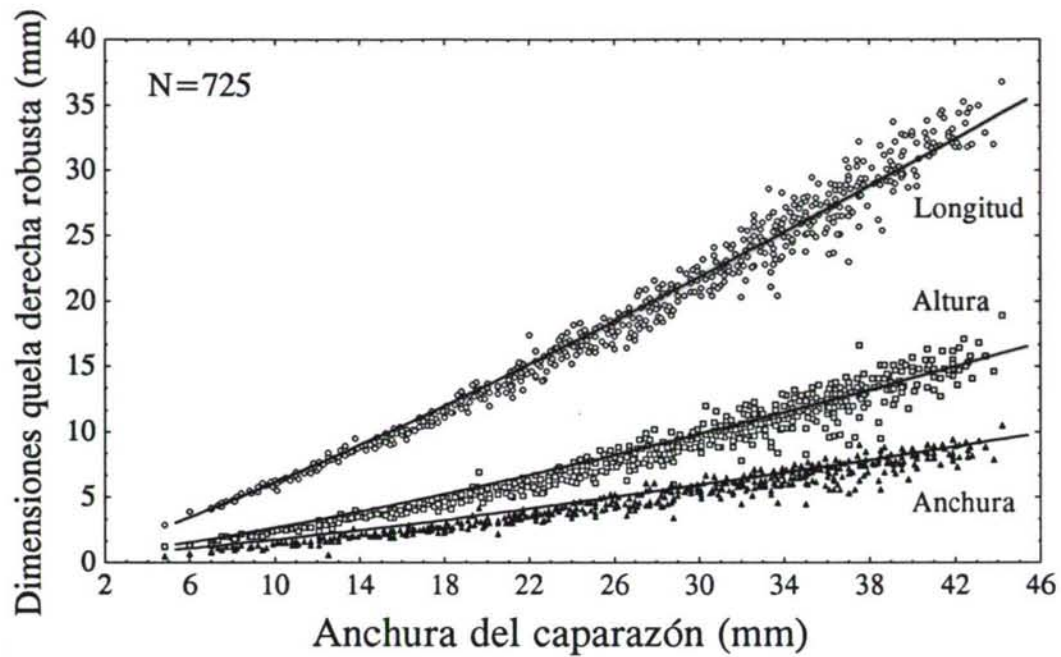


Figura 3.4.5. *Liocarcinus arcuatus*. Machos. Representación de la correlación entre las diferentes variables morfológicas de la quela derecha robusta (longitud, altura y anchura) (superior) y la longitud del 1º pleópodo (inferior) frente a la anchura del caparazón. Transparencia: recta de regresión ajustada al total de datos de cada variable (modelo de una fase).

Tabla 3.4.5. *Liocarcinus arcuatus*. Resultados del método de Gaertner & Laloe (1986) para comparar los modelos de una y dos fases para el crecimiento relativo de las diferentes variables de machos y hembras. N corresponde al modelo de dos fases.

Variable	SCR1	SCR2	F	P	N
MACHOS					
Quela derecha robusta					
Longitud	0.21582	0.19781	34.78	<0.001	725
Altura	0.48994	0.44224	41.20	<0.001	725
Anchura	0.78029	0.75038	15.23	<0.001	725
Quela derecha fina					
Longitud	0.03199	0.02969	3.18	> 0.1	77
Altura	0.04534	0.03639	10.08	<0.001	77
Anchura	0.05366	0.04957	3.38	< 0.1	77
Quela izquierda robusta					
Longitud	0.02267	0.01734	12.60	<0.001	77
Altura	0.05434	0.05171	2.09	> 0.1	77
Anchura	0.05347	0.05255	0.72	> 0.1	77
Quela izquierda fina					
Longitud	0.87244	0.86493	3.32	< 0.1	725
Altura	0.44230	0.38524	56.58	<0.001	725
Anchura	0.52449	0.50774	12.60	<0.001	725
Pleópodo	1.11992	1.04563	31.26	<0.001	816
HEMBRAS					
Quela derecha robusta					
Longitud	0.08393	0.08236	5.78	<0.005	636
Altura	0.16342	0.15759	11.21	<0.001	636
Anchura	0.35662	0.34203	12.93	<0.001	636
Quela derecha fina					
Longitud	0.01636	0.01582	0.75	> 0.1	64
Altura	0.02854	0.02685	1.38	> 0.1	64
Anchura	0.04569	0.04472	0.48	> 0.1	64
Quela izquierda robusta					
Longitud	0.00716	0.00714	0.06	> 0.1	64
Altura	0.01532	0.01190	6.32	<0.05	64
Anchura	0.01590	0.01237	6.28	<0.05	64
Quela izquierda fina					
Longitud	0.12370	0.12324	1.13	> 0.1	636
Altura	0.24904	0.24236	8.35	<0.001	636
Anchura	0.42869	0.41283	11.64	<0.001	636
Abdomen					
4° segmento	0.12782	0.11970	23.81	<0.001	735
5° segmento	0.15913	0.14366	37.80	<0.001	735
6° segmento	0.53910	0.48247	41.20	<0.001	735
5°/6° segmento	0.31443	0.29480	23.37	<0.001	735

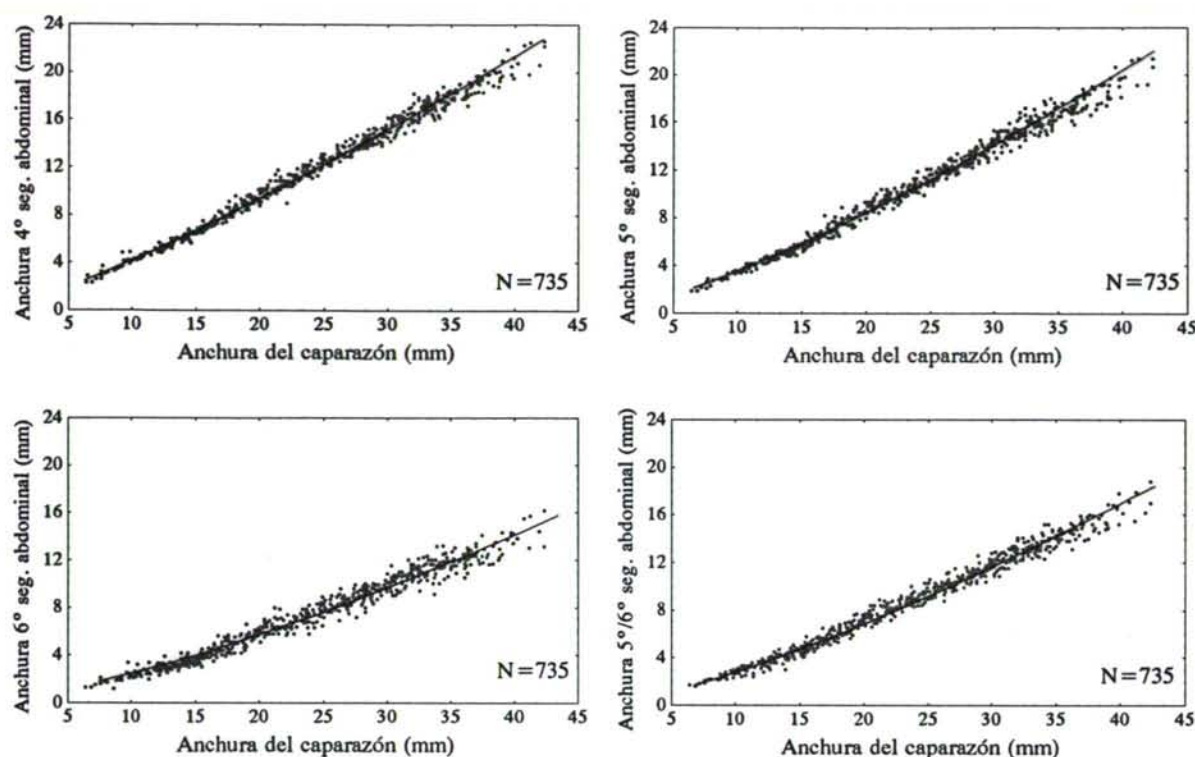


Figura 3.4.6. *Liocarcinus arcuatus*. Hembras. Representación de la correlación entre las longitudes de los diferentes segmentos abdominales (segmento 4°, 5°, 6° y 5°/6°) frente a la anchura del caparazón. Transparencia: recta de regresión ajustada al total de datos de cada variable (modelo de una fase).

ligados de algún modo a los aspectos reproductivos. Así para los machos se han escogido las dimensiones de la quela derecha robusta (relacionada directamente con la sujección de la hembra durante la cópula) y la longitud del 1º pleópodo (órgano copulatorio propiamente dicho), optando para las hembras por las anchuras de los segmentos abdominales (relacionados con la sujección y transporte de la puesta).

Los parámetros obtenidos para el modelo de dos fases utilizando los tres métodos anteriormente discutidos aparecen en la Tabla 3.4.6. Para las dimensiones del quelípodo (longitud, altura y anchura) los tres métodos dan unas estimas muy similares, caracterizadas por un crecimiento alométrico ligeramente positivo o cercano a la isometría en la fase inmadura, seguido por un incremento de la alometría en la fase madura (Figs. 3.4.7, 3.4.8 y 3.4.9). Los parámetros de las ecuaciones de crecimiento de la fase madura obtenidas con los tres métodos son mucho más homogéneos que los obtenidos para la fase inmadura, especialmente para el caso de la anchura (Tabla 3.4.6).

Tabla 3.4.6. *Liocarcinus arcuatus*. Parámetros del modelo de dos fases del crecimiento relativo ajustados mediante el método de Gaertner & Laloe (1986) (Método 1), Somerton (1980a) modificado (Método 2) y Lovett & Felder (Método 3).

Variable	log a1	b1	log a2	b2
MACHOS				
Longitud propodio derecho robusto				
Método 1	-0.2484	1.0372	-0.4668	1.2220
Método 2	-0.2840	1.0737	-0.4798	1.2357
Método 3	-0.2517	1.0404	-0.5018	1.2436
Altura propodio derecho robusto				
Método 1	-0.6752	1.0616	-1.0152	1.3531
Método 2	-0.7152	1.1037	-1.0286	1.3671
Método 3	-0.6930	1.0789	-1.1121	1.4139
Anchura propodio derecho robusto				
Método 1	-0.9420	1.0916	-1.1276	1.2701
Método 2	-1.1825	1.2746	-1.1166	1.2717
Método 3	-0.9653	1.1146	-1.2883	1.3724
Pleópodo				
Método 1	-0.6916	1.0656	-0.2915	0.7301
Método 2	-0.6601	0.9767	-0.1570	0.6357
Método 3	-0.6429	1.0163	-0.4153	0.8092
HEMBRAS				
4° segmento abdominal				
Método 1	-0.5162	1.1340	-0.3367	1.0306
Método 2	-0.5640	1.1729	-0.4726	1.1272
Método 3	-0.5459	1.1626	-0.4647	1.1140
5° segmento abdominal				
Método 1	-0.6955	1.2324	-0.3978	1.0513
Método 2	-0.7495	1.2732	-0.6674	1.2383
Método 3	-0.7297	1.2653	-0.5925	1.1782
6° segmento abdominal				
Método 1	-0.8137	1.1668	-0.5582	1.0542
Método 2	-0.9995	1.3221	-0.8301	1.2422
Método 3	-0.8243	1.1771	-0.9026	1.2801
5°/6° segmento abdominal				
Método 1	-0.7829	1.2274	-0.5279	1.0848
Método 2	-0.9477	1.3506	-0.8193	1.2888
Método 3	-0.8539	1.2956	-0.6810	1.1841

El crecimiento en longitud del 1^{er} pleópodo de *L. arcuatus* manifiesta un patrón inverso al seguido por las dimensiones quelares. En una primera fase el 1^{er} pleópodo presenta un crecimiento cercano a la isometría ($b=1$), seguido por un cambio a una alometría negativa ($b < 1$) en la segunda fase (fase madura) (Tabla 3.4.6; Fig. 3.4.10). Los tres métodos coinciden en el patrón seguido por el crecimiento del 1^{er} pleópodo, siendo los parámetros estimados por los mismos muy semejantes entre sí, tanto para la fase inmadura como madura (Tabla 3.4.6).

Las estimas obtenidas para los segmentos abdominales femeninos indican que en todos ellos, tanto las hembras inmaduras como las maduras presentan un crecimiento alométrico positivo ($b > 1$) de los mismos (Tabla 3.4.6). El crecimiento alométrico de ambas fases se caracteriza por un descenso en la pendiente de la fase madura frente a la de la fase inmadura (Fig. 3.4.12 a 3.4.14). Aunque los tres métodos utilizados coinciden con el patrón anteriormente citado, las estimas de los parámetros de las ecuaciones de crecimiento obtenidas revelan una mayor variación que para los machos.

Para estimar la probabilidad de madurez en función de la talla se ajustó una regresión logística a los datos obtenidos para cada variable utilizada para asignar los individuos de las fases juvenil y adulta de ambos sexos por los métodos de GAERTNER & LALOE y de SOMERTON (Tabla 3.4.7; Figs. 3.4.7 a 3.4.14). En el caso del método de LOVETT & FELDER la talla de madurez se estima como aquella en la cual se minimiza la suma de cuadrados residuales de ambas fase de crecimiento, mostrándose los valores obtenidos también en la Tabla 3.4.7 y Figuras 3.4.7 a 3.4.14.

Las estimas de la talla de madurez obtenidas para los machos con los diferentes métodos empleados varían en función de la variable analizada (Tabla 3.4.7). Los valores de la anchura del caparazón a partir de la cual se inicia la madurez sexual obtenidos a partir de las dimensiones de las quelas son por lo general bastante semejantes entre sí, encontrándose todos ellos entre los 23.7 mm (método 1 con la anchura del propodio) y los 16 mm (método 3 utilizando la longitud del propodio).

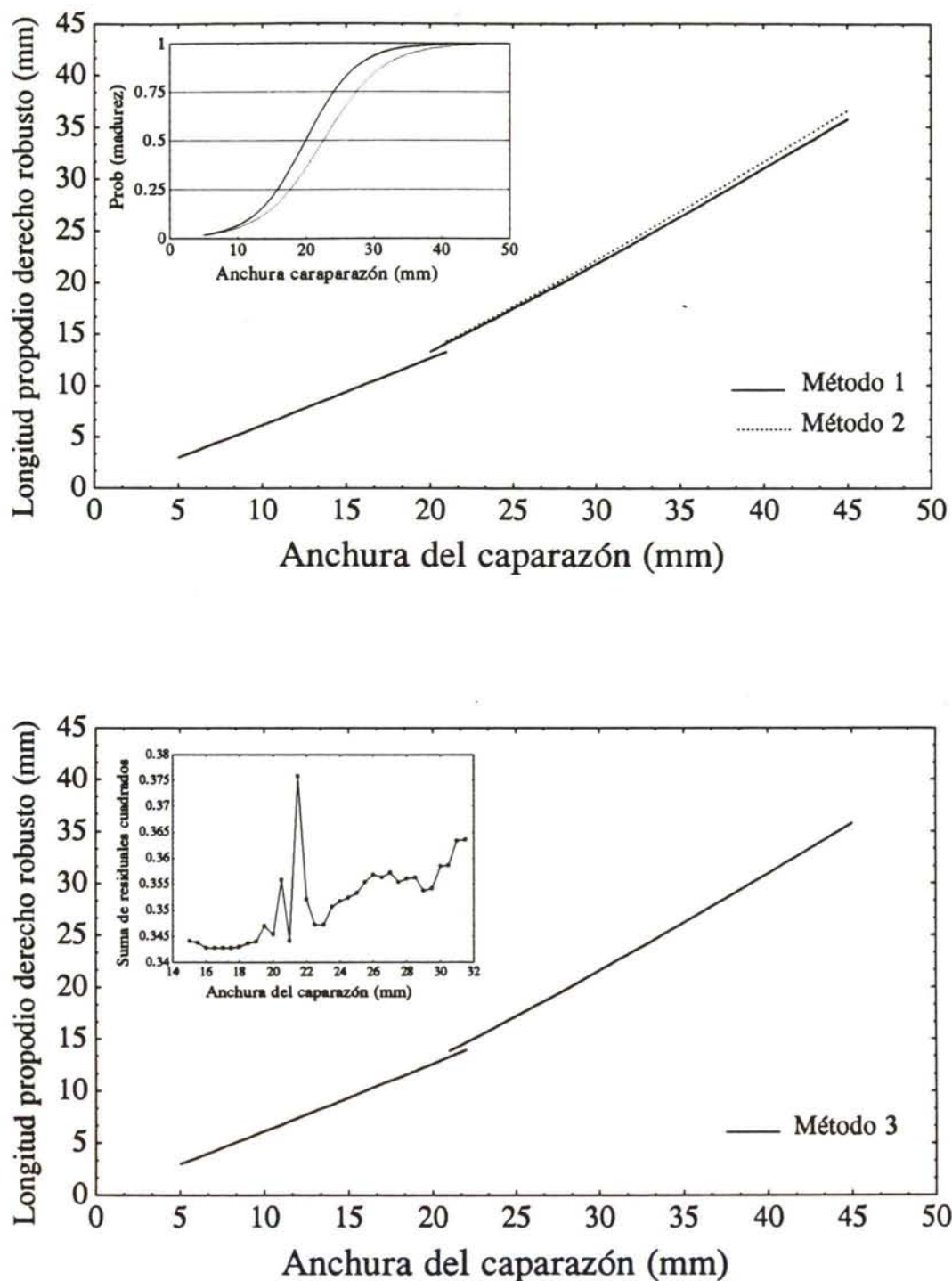


Figura 3.4.7. *Liocarcinus arcuatus*. Machos. Modelo de crecimiento de dos fases para la longitud del propodio de la quela derecha robusta utilizando los tres métodos. Superior: Gaertner & Laloe (1986) (Método 1) y Somerton (1980a) modificado (Método 2); Inferior: Lovett & Felder (1989) (Método 3). Interior: Regresiones logísticas de probabilidad de madurez en terminos de anchura de caparazón (mm) para los métodos 1 y 2, y suma de cuadrados residuales frente a la anchura del caparazón (mm) para el método 3.

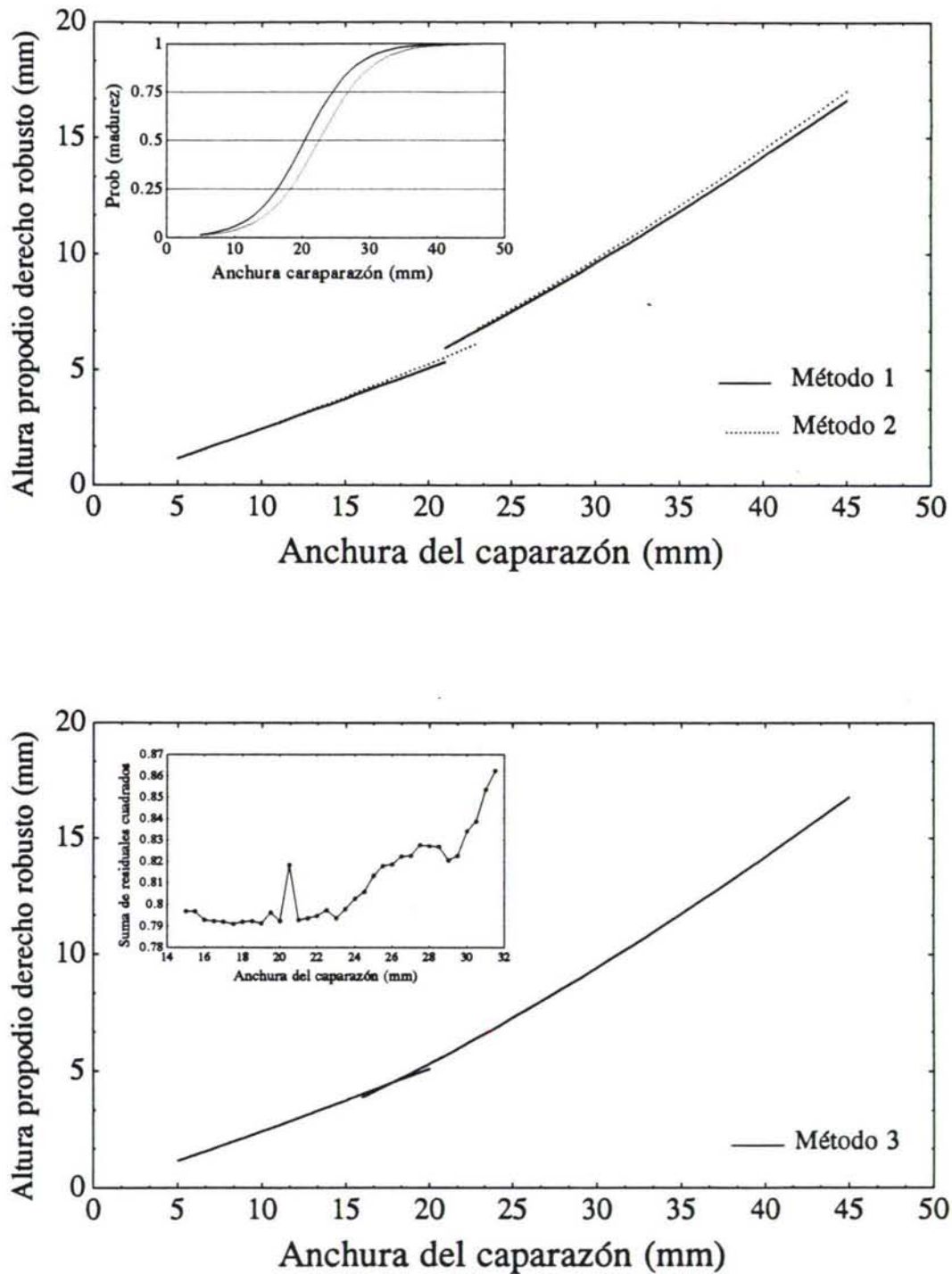


Figura 3.4.8. *Liocarcinus arcuatus*. Machos. Modelo de crecimiento de dos fases para la altura del propodio de la quela derecha robusta utilizando los tres métodos. Superior: Gaertner & Laloe (1986) (Método 1) y Somerton (1980a) modificado (Método 2); Inferior: Lovett & Felder (1989) (Método 3). Interior: Regresiones logísticas de probabilidad de madurez en términos de anchura de caparazón (mm) para los métodos 1 y 2, y suma de cuadrados residuales frente a la anchura del caparazón (mm) para el método 3.

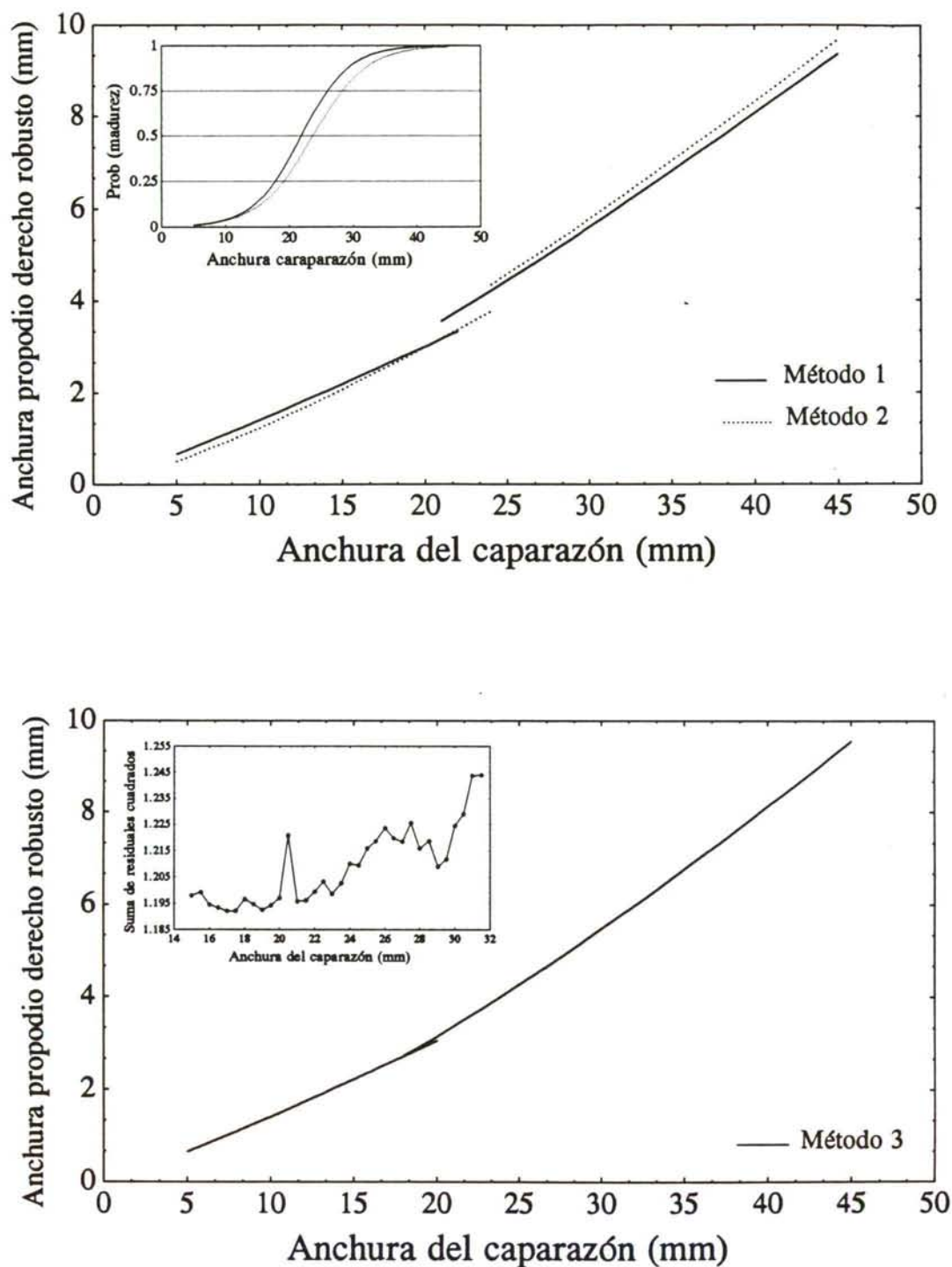


Figura 3.4.9. *Liocarcinus arcuatus*. Machos. Modelo de crecimiento de dos fases para la anchura del propodio de la quela derecha robusta utilizando los tres métodos. Superior: Gaertner & Laloe (1986) (Método 1) y Somerton (1980a) modificado (Método 2); Inferior: Lovett & Felder (1989) (Método 3). Interior: Regresiones logísticas de probabilidad de madurez en terminos de anchura de caparazón (mm) para los métodos 1 y 2, y suma de cuadrados residuales frente a la anchura del caparazón (mm) para el método 3.

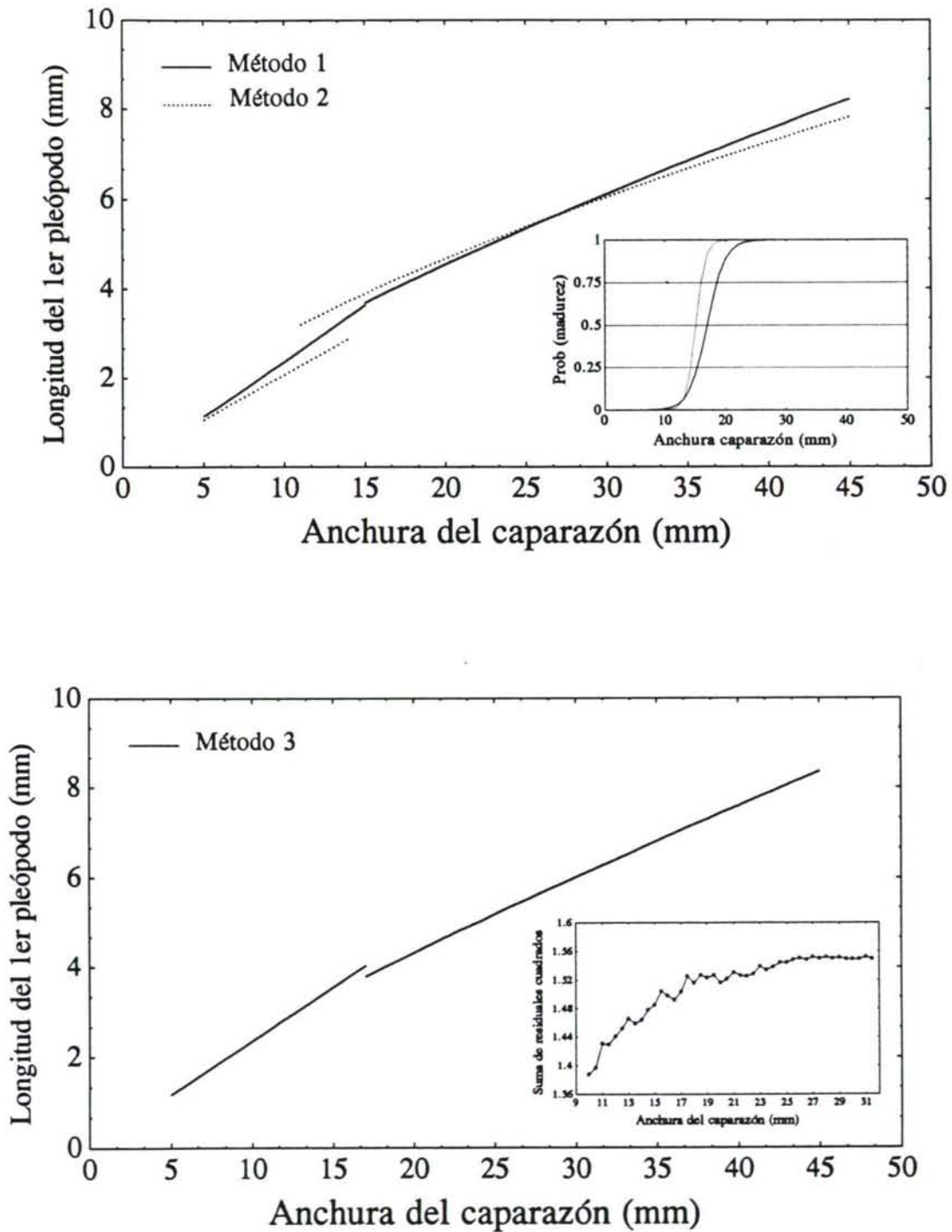


Figura 3.4.10. *Liocarcinus arcuatus*. Machos. Modelo de crecimiento de dos fases para la longitud del 1^{er} pleópodo utilizando los tres métodos. Superior: Gaertner & Laloe (1986) (Método 1) y Somerton (1980a) modificado (Método 2); Inferior: Lovett & Felder (1989) (Método 3). Interior: Regresiones logísticas de probabilidad de madurez en términos de anchura de caparazón (mm) para los métodos 1 y 2, y suma de cuadrados residuales frente a la anchura del caparazón (mm) para el método 3.

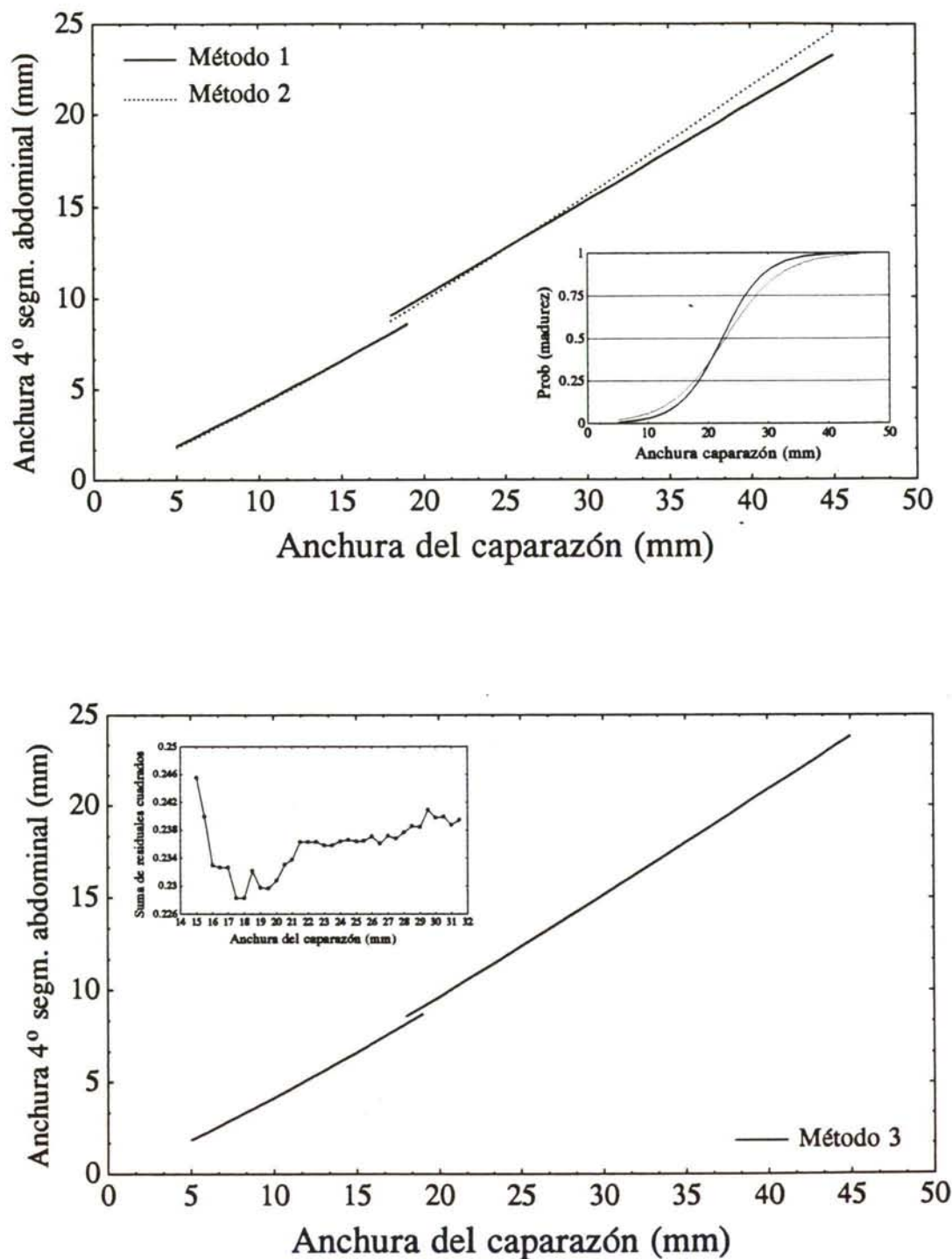


Figura 3.4.11. *Liocarcinus arcuatus*. Hembras. Modelo de crecimiento de dos fases para la anchura del 4º segmento abdominal utilizando los tres métodos. Superior: Gaertner & Laloe (1986) (Método 1) y Somerton (1980a) modificado (Método 2); Inferior: Lovett & Felder (1989) (Método 3). Interior: Regresiones logísticas de probabilidad de madurez en términos de anchura de caparazón (mm) para los métodos 1 y 2, y suma de cuadrados residuales frente a la anchura del caparazón (mm) para el método 3.

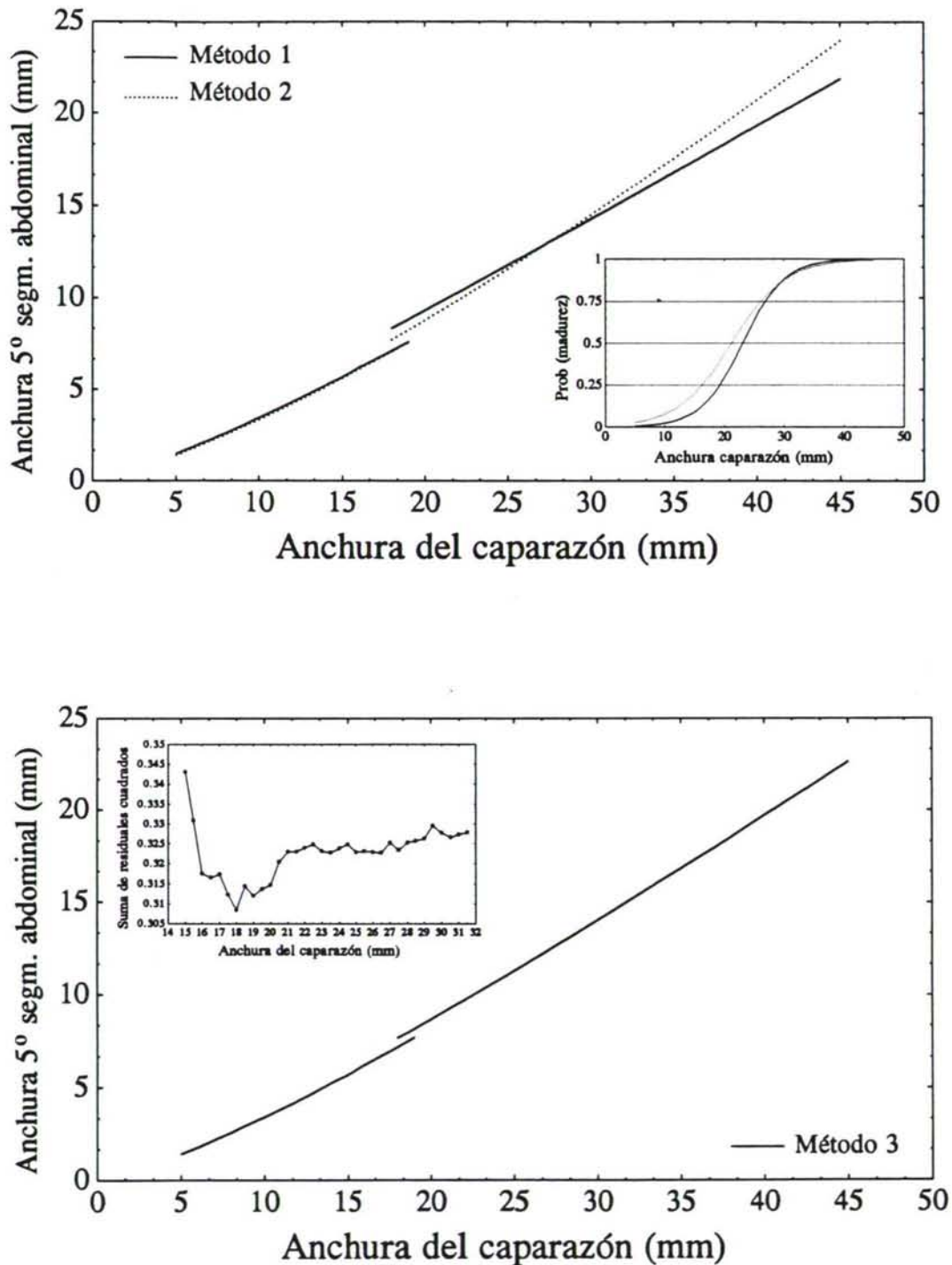


Figura 3.4.12. *Liocarcinus arcuatus*. Hembras. Modelo de crecimiento de dos fases para la anchura del 5° segmento abdominal utilizando los tres métodos. Superior: Gaertner & Laloe (1986) (Método 1) y Somerton (1980a) modificado (Método 2); Inferior: Lovett & Felder (1989) (Método 3). Interior: Regresiones logísticas de probabilidad de madurez en términos de anchura de caparazón (mm) para los métodos 1 y 2, y suma de cuadrados residuales frente a la anchura del caparazón (mm) para el método 3.

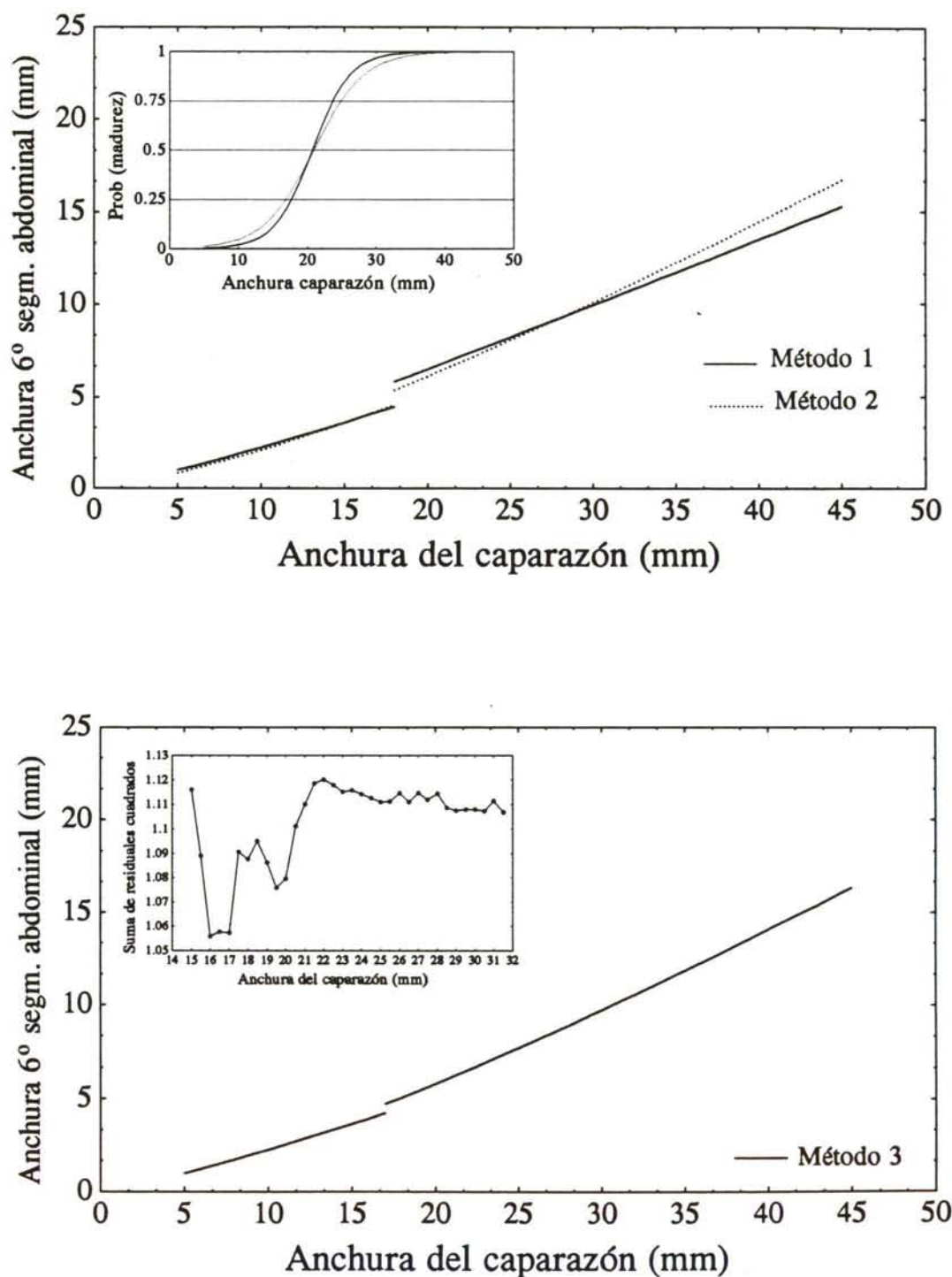


Figura 3.4.13. *Liocarcinus arcuatus*. Hembras. Modelo de crecimiento de dos fases para la anchura del 6° segmento abdominal utilizando los tres métodos. Superior: Gaertner & Laloe (1986) (Método 1) y Somerton (1980a) modificado (Método 2); Inferior: Lovett & Felder (1989) (Método 3). Interior: Regresiones logísticas de probabilidad de madurez en términos de anchura de caparazón (mm) para los métodos 1 y 2, y suma de cuadrados residuales frente a la anchura del caparazón (mm) para el método 3.

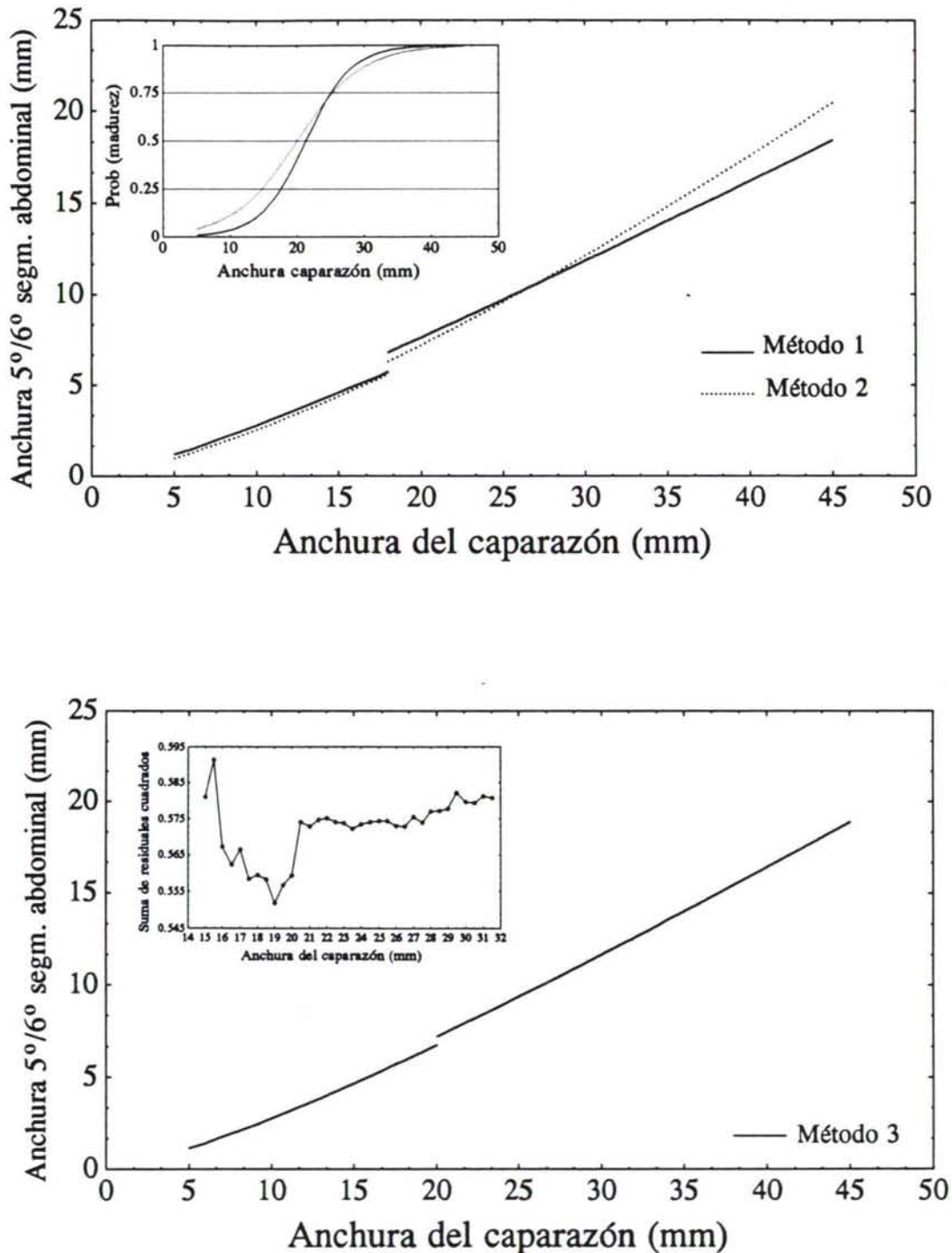


Figura 3.4.14. *Liocarcinus arcuatus*. Hembras. Modelo de crecimiento de dos fases para la anchura del 5º/6º segmento abdominal utilizando los tres métodos. Superior: Gaertner & Laloe (1986) (Método 1) y Somerton (1980a) modificado (Método 2); Inferior: Lovett & Felder (1989) (Método 3). Interior: Regresiones logísticas de probabilidad de madurez en términos de anchura de caparazón (mm) para los métodos 1 y 2, y suma de cuadrados residuales frente a la anchura del caparazón (mm) para el método 3.

Tabla 3.4.7. *Liocarcinus arcuatus*. Parámetros de las regresiones logísticas que relacionan la probabilidad de madurez con la anchura (AC) y la longitud del caparazón (LC) correspondiente a una probabilidad del 0.5. Se indican también los valores obtenidos mediante el método de Lovett & Felder (1989).

Variable	B0	B1	Prob (madurez) = 0.5	
			AC	LC
MACHOS				
Longitud propodio derecho robusto				
Método 1	-5.2909	0.2656	19.92	16.22
Método 2	-5.0843	0.2256	22.54	18.20
Método 3			16.00	13.22
Altura propodio derecho robusto				
Método 1	-5.5008	0.2706	20.31	16.51
Método 2	-5.7694	0.2570	22.45	18.13
Método 3			19.00	15.52
Anchura propodio derecho robusto				
Método 1	-5.8722	0.2685	21.87	17.69
Método 2	-5.6740	0.2394	23.70	19.01
Método 3			17.50	14.37
Pleópodo				
Método 1	-11.5819	0.6821	16.98	13.98
Método 2	-19.4994	1.2879	15.14	12.56
Método 3			<9.5	<8.1
HEMBRAS				
4º segmento abdominal				
Método 1	-6.2822	0.2814	22.32	18.07
Método 2	-4.8912	0.2141	22.85	18.48
Método 3			17.50	14.38
5º segmento abdominal				
Método 1	-6.6054	0.2869	23.02	18.61
Método 2	-4.7053	0.2222	21.18	17.21
Método 3			18.00	14.77
6º segmento abdominal				
Método 1	-7.5977	0.3671	20.70	16.84
Método 2	-5.7504	0.2754	20.88	16.98
Método 3			16.00	13.22
5º/6º segmento abdominal				
Método 1	-6.2696	0.2941	21.32	17.31
Método 2	-4.1459	0.2071	20.02	16.32
Método 3			19.00	15.54

Analizando por separado los valores estimados por cada método a partir de las medidas de las quelas, se observa que el rango de variación existente es muy pequeño entre las mismas (1.95 mm por el método 1, 1.25 mm por el método 2 y 3.00 mm por el método 3). Los valores estimados por el método 3 (LOVETT & FELDER, 1989) son siempre inferiores a los estimados por el método 1 (GAERTNER & LALOE, 1986) y método 2 (SOMERTON, 1980a) existiendo en estos dos últimos una mayor homogeneidad en las estimas (Tabla 3.4.7).

La estima de la talla de madurez de los machos de *L. arcuatus* obtenida a partir del 1^{er} pleópodo mediante los métodos 1 y 2 es muy semejante (16.98 mm y 15.14 mm de anchura de caparazón según el método 1 y 2 respectivamente), mientras que el valor calculado empleando el método 3 es muy inferior a los anteriores (<9.50 mm de anchura del caparazón) (Tabla 3.4.7). Probablemente el método de LOVETT & FELDER no permita estimar de modo óptimo la talla de madurez de *L. arcuatus* debido al tipo de cambio alométrico sufrido por el crecimiento del 1^{er} pleópodo entre la fase inmadura y la fase madura.

Todos los valores estimados empleando datos relativos a la longitud del 1^{er} pleópodo son inferiores a los obtenidos partiendo de las dimensiones quelares, tanto en general como de manera particular para cada método (Tabla 3.4.7), por lo que quizás ambos tipos de variables morfométricas (dimensiones del propodio robusto y longitud del 1^{er} pleópodo) no alcancen su madurez sexual funcional al mismo tiempo (o lo que viene a ser igual, en el mismo número de mudas).

Existe una gran semejanza entre los métodos 1 y 2 para las medidas de anchura del caparazón estimadas como punto de inicio de la madurez sexual de las hembras de *L. arcuatus* al emplear los diferentes segmentos abdominales medidos, encontrándose todas ellas en un rango de 2 mm de anchura del caparazón (Tabla 3.4.7). Los valores obtenidos empleando el método 3 son (al igual que ocurría para los machos) muy inferiores a los obtenidos por los otros dos métodos para cualquiera de los segmentos abdominales

analizados, pero mucho más cercanos a los valores obtenidos en la primera parte de este capítulo partiendo de datos biológicos y no morfométricos.

Se puede por todo ello considerar los 23 mm de anchura de caparazón como una buena medida conservativa indicadora del inicio de la madurez sexual de las hembras de *L. arcuatus* en la Ría de Arousa.

3.4.1.2. TALLA DE MADUREZ SEXUAL DE *L. depurator*

3.4.1.2.1. Análisis basado en el porcentaje de hembras maduras

La hembra ovígera de *L. depurator* de menor tamaño fue capturada en la estación B5 en febrero y presentaba una anchura de caparazón de 24.3 mm, mientras que la hembra de menor tamaño con sus ovarios en estado III o IV medía 24.6 mm de anchura de caparazón (estación B5, marzo). A partir del porcentaje de hembras maduras de las cuatro estaciones muestreadas agrupadas (Tabla 3.4.8; Fig. 3.4.15) se ha estimado la talla de madurez de las hembras de *L. depurator*.

Tabla 3.4.8. *Liocarcinus depurator*. Porcentaje mensual de hembras maduras (hembras ovígeras y hembras en estado gonadal III y IV) en cada una de las estaciones muestreadas y para el total.

	ESTACION B1		ESTACION B5		ESTACION M1		ESTACION M2		TOTAL	
	Nº	% MADURAS	Nº	% MADURAS	Nº	% MADURAS	Nº	% MADURAS	Nº	% MADURAS
JUL	25	76.00	104	57.69	12	41.67	6	100.00	147	61.22
AGO	18	72.22	70	71.43	4	25.00	8	75.00	100	73.00
SEP	2	0.00	45	31.11	2	50.00	11	45.45	60	33.33
OCT	2	0.00	103	15.53	--	-----	1	0.00	106	15.09
NOV	1	0.00	88	18.18	1	0.00	4	33.33	94	18.09
DIC	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--	-----
ENE	--	-----	180	65.56	--	-----	3	0.00	183	64.48
FEB	7	71.43	100	60.00	1	0.00	5	80.00	113	61.06
MAR	3	33.33	381	64.83	1	0.00	5	20.00	390	63.85
ABR	1	100.00	243	69.14	6	50.00	6	16.67	256	67.58
MAY	1	0.00	123	84.55	5	40.00	4	50.00	133	81.20
JUN	1	100.00	124	76.61	3	66.67	11	81.81	139	76.98

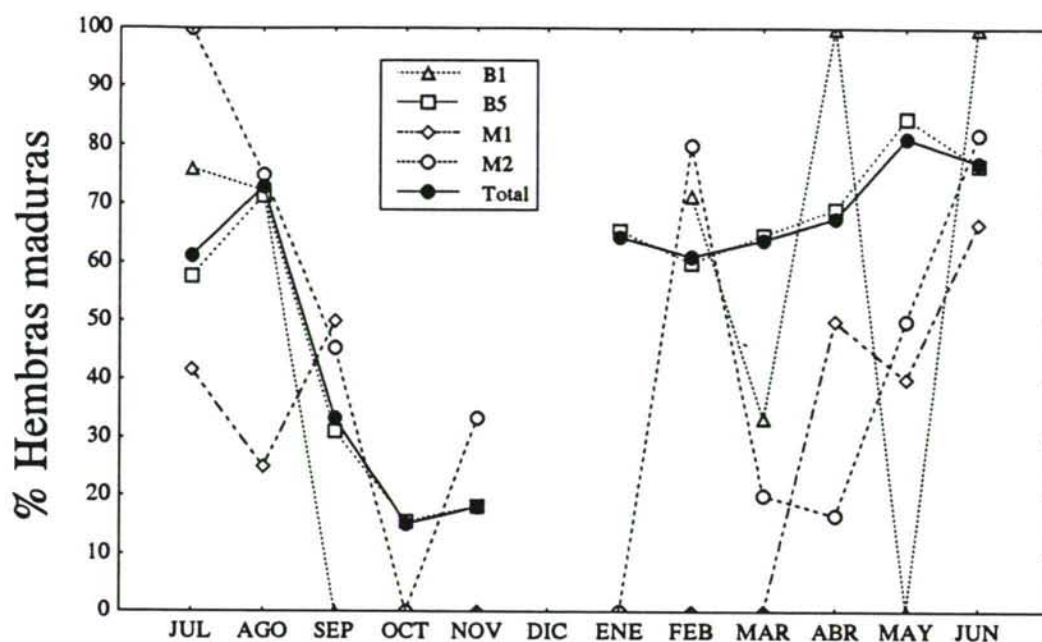


Figura 3.4.15. *Liocarcinus depurator*. Evolución anual del porcentaje de hembras maduras (hembras ovígeras y hembras con desarrollo gonadal III y IV) a lo largo del ciclo anual para las diferentes estaciones de muestreo y para el total.

En la Tabla 3.4.9 y Figura 3.4.16 se representan las estimas de la talla de madurez en aquellos meses en que fue posible ajustar una ecuación logística. Los valores obtenidos varían entre los 29.88 mm (febrero) y los 34.75 mm (agosto) de anchura de caparazón, por lo que el rango de variabilidad de las estimas obtenidas en los diferentes meses es bastante pequeño (menor de 5 mm de anchura de caparazón). La talla a la cual se inicia la madurez sexual en las hembras de *L. depurator* se puede situar en torno a los 30-34 mm de anchura de caparazón tomando como referencia datos de naturaleza biológica.

Tabla 3.4.9. *Liocarcinus depurator*. Resultados del ajuste de la ecuación logística a las distintas muestras mensuales. Se indican los parámetros r y AC' (talla de madurez estimada en mm correspondiente a $P=50\%$) y R^2 .

Mes	r	AC'	R^2
Julio	0.1271	32.06	0.7280
Agosto	0.2710	34.75	0.7049
Septiembre	-----	-----	-----
Octubre	-----	-----	-----
Noviembre	-----	-----	-----
Diciembre	-----	-----	-----
Enero	0.1865	32.31	0.8024
Febrero	0.2093	29.88	0.8534
Marzo	-----	-----	-----
Abril	0.1467	33.71	0.6551
Mayo	-----	-----	-----
Junio	-----	-----	-----

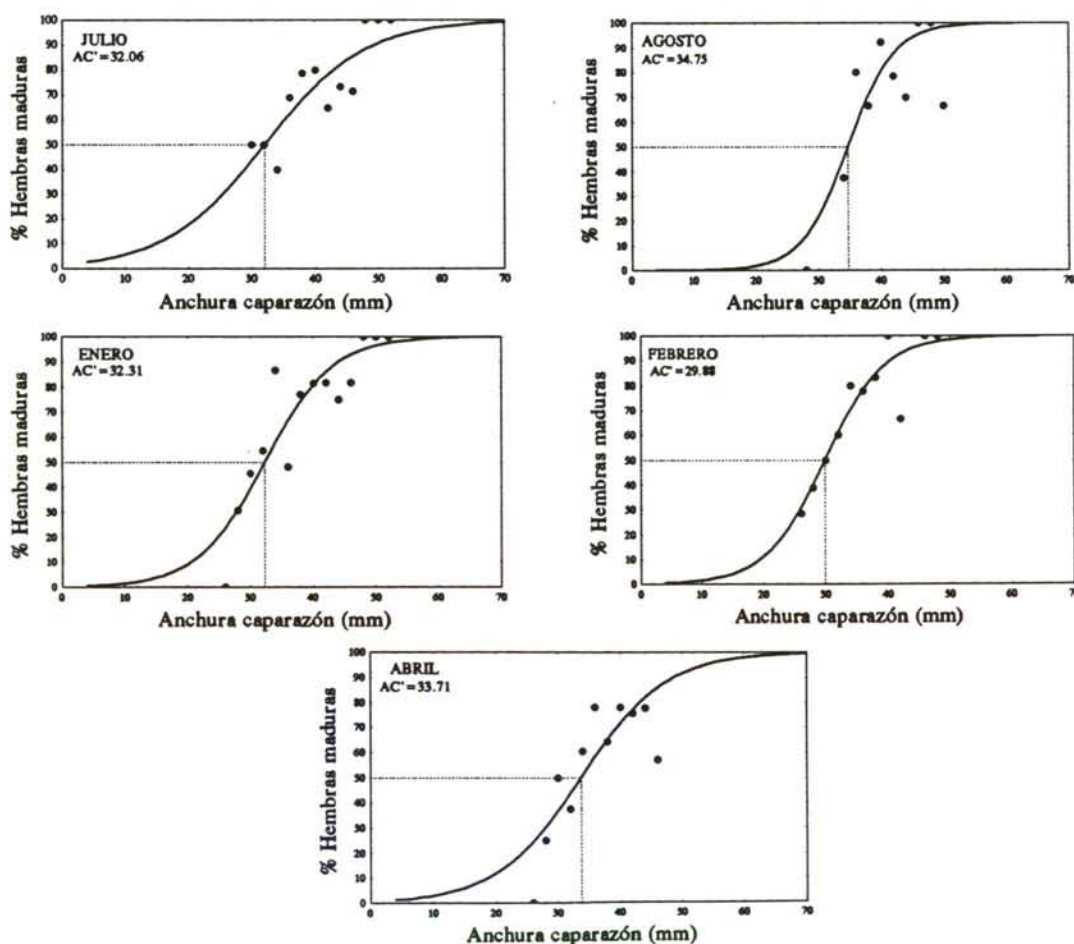


Figura 3.4.16. *Liocarcinus depurator*. Curva logística ajustada para el porcentaje de hembras maduras por clase de talla (anchura de caparazón). AC' es la talla de madurez estimada (anchura del caparazón en mm a la cual el 50% de las hembras están maduras).

3.4.1.2.2. Estudio morfométrico de la talla de madurez sexual

A). *Análisis de Componentes Principales.*

El análisis de componentes principales realizado para machos y hembras refleja resultados muy parecidos. En ambos casos, los 3 primeros ejes extraídos explican el 99.6% de la varianza. El eje I (97.8% y 97.7% de la varianza para machos y hembras respectivamente), representa la talla corporal, y todas las variables están altamente correlacionadas con él, especialmente la anchura y longitud cefalotorácicas (Tabla 3.4.10). En el caso de las hembras, la anchura de los segmentos abdominales (especialmente del 4º y 5º) presentan también correlaciones muy altas (>0.989) con el eje I (Tabla 3.4.10).

Tabla 3.4.10. *Liocarcinus depurator*. Correlaciones entre variables y ejes del análisis de componentes principales realizado para ambos sexos.

Variables	Machos			Hembras		
	PC I	PC II	PC III	PC I	PC II	PC III
Longitud caparazón	0.99615	-0.03813	-0.04551	0.99617	-0.03781	-0.02687
Anchura caparazón	0.99575	-0.03989	-0.05073	0.99587	-0.03993	-0.03065
Longitud quela derecha	0.99411	0.08504	-0.00059	0.99137	0.11269	0.00281
Altura quela derecha	0.98163	0.17981	0.02638	0.97377	0.21669	0.02935
Anchura quela derecha	0.97641	0.20570	0.02907	0.96410	0.25711	0.02900
Longitud quela izquierda	0.99425	-0.08545	0.02293	0.99254	-0.07784	0.06234
Altura quela izquierda	0.98902	-0.11903	0.06566	0.98632	-0.10885	0.10595
Anchura quela izquierda	0.98516	-0.13084	0.09186	0.98266	-0.11496	0.12929
Longitud 1º pleópodo	0.98619	-0.05335	-0.13798	----	----	----
Anchura segmento 4º	----	----	----	0.99632	-0.04585	-0.05918
Anchura segmento 5º	----	----	----	0.99559	-0.04736	-0.06710
Anchura segmento 6º	----	----	----	0.98931	-0.05689	-0.09763
Anchura segmento 5º/6º	----	----	----	0.99471	-0.04670	-0.07350

El eje II (1.4% de la varianza en machos y hembras) opone las distintas variables del quelípodo derecho al resto de las variables, en especial a las del quelípodo izquierdo, siendo la altura y la anchura de ambos quelípedos las variables con correlaciones más elevadas (Tabla 3.4.10). Este eje representa para ambos sexos la heteroquelia, situándose los ejemplares con la quela derecha robusta en la parte positiva del mismo, mientras que en la parte negativa, y mostrando una mayor dispersión, se encuentran los individuos con la quela izquierda robusta (Figs. 3.4.17 y 3.4.18). Esta mayor variabilidad puede deberse a

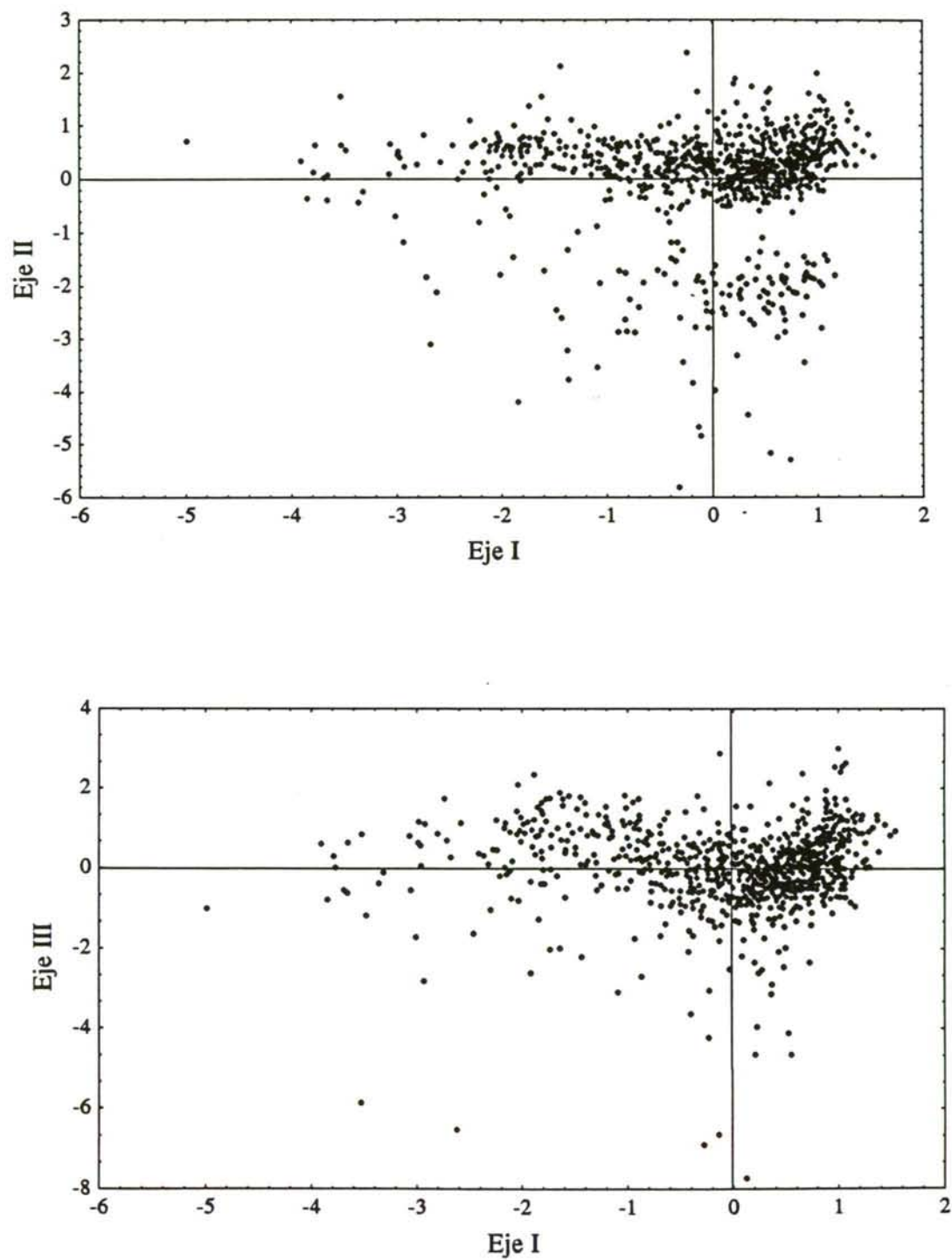


Figura 3.4.17. *Liocarcinus depurator*. Análisis de Componentes Principales en machos. Distribución de las observaciones sobre los planos formados por los ejes I/II (superior) y I/III (inferior).

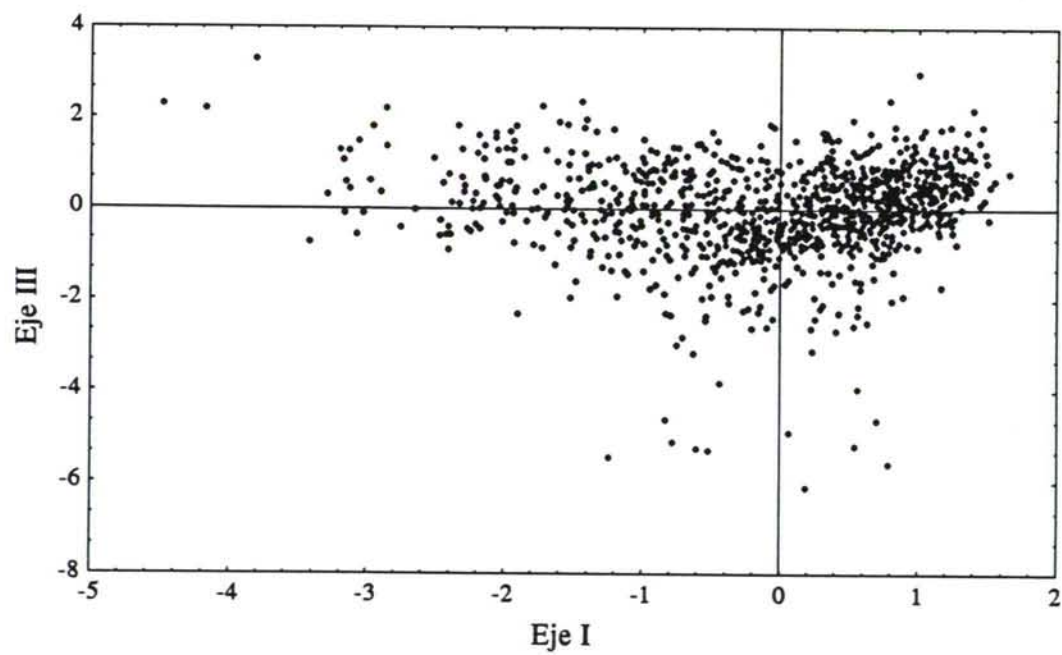
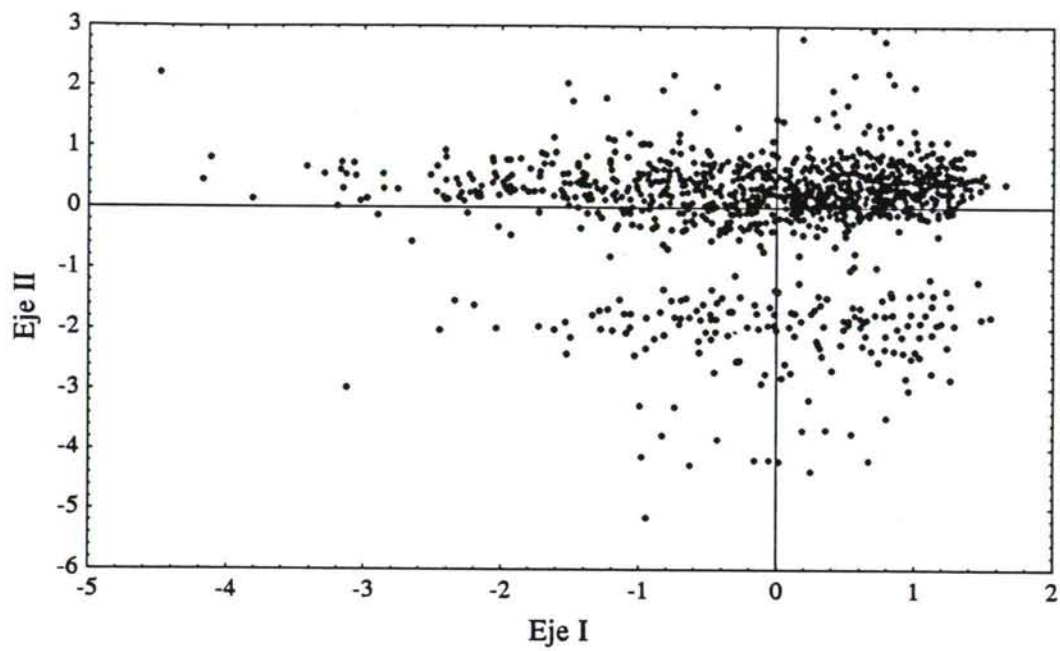


Figura 3.4.18. *Liocarcinus depurator*. Análisis de Componentes Principales en hembras. Distribución de las observaciones sobre los planos formados por los ejes I/II (superior) y I/III (inferior).

que los individuos con la quela izquierda robusta presentan en muchos casos esta característica debido a la pérdida y posterior regeneración de la quela derecha, encontrándose por ello ejemplares en distintos grados de regeneración.

El eje III (0.5% y 0.4% para machos y hembras respectivamente) representa diferencias en el crecimiento alométrico de las distintas variables (Figs. 3.4.17 y 3.4.18), enfrentando la longitud del 1^{er} pleópodo en los machos, y la anchura de los segmentos abdominales en las hembras, a las variables de ambos quelípedos. En ambos sexos se observa que existe una correlación positiva con las distintas medidas de las quelas y una correlación negativa con la longitud del 1^{er} pleópodo de los machos y la anchura de los segmentos abdominales de las hembras (Tabla 3.4.10).

B). *Análisis de regresión bivalente.*

Las regresiones realizadas con el conjunto de todos los datos (modelo de 1 fase) de ambos sexos (Tabla 3.4.11) para el estudio de la alometría en las diferentes variables analizadas reflejan en general la existencia de una alometría positiva ($b > 1$) para todas ellas (t-test, $P < 0.001$). En los machos la alometría positiva se aprecia sobre todo en las dimensiones de las quelas (principalmente en la altura y anchura de la quela derecha robusta (Fig. 3.4.19)), mientras que cuando la variable analizada es la longitud del 1^{er} pleópodo (Fig. 3.4.19) se observa una ligerísima tendencia positiva en el crecimiento alométrico, que se podría considerar prácticamente isométrico ($b = 1$). En las hembras es la anchura de los segmentos abdominales la que presenta un claro crecimiento alométrico positivo (Tabla 3.4.11; Fig. 3.4.20), manifestando las variables relacionadas con las dimensiones del propodio una alometría muy ligeramente positiva (Tabla 3.4.11).

La comparación de modelos de crecimiento (de 1 fase y de 2 fases) se realizó sobre todas las variables analizadas mediante el método de GAERTNER & LALOE (1986) (Método 1). Los resultados obtenidos (Tabla 3.4.12) indican que en los machos el crecimiento de las quelas y el 1^{er} pleópodo se ajusta mejor a un modelo de dos fases, salvo

Tabla 3.4.11. *Liocarcinus depurator*. Parámetros de las ecuaciones alométricas ajustadas para el total de individuos de ambos sexos. N= número de datos.

Variable	Machos				Hembras			
	log a	b	r ²	N	log a	b	r ²	N
Quela derecha robusta								
Longitud	-0.3287	1.1095	0.990	1164	-0.2430	1.0434	0.989	942
Altura	-0.7447	1.1233	0.975	1164	-0.6977	1.0867	0.971	942
Anchura	-0.9487	1.1198	0.974	1164	-0.9025	1.0808	0.971	942
Quela derecha fina								
Longitud	-0.3762	1.1142	0.973	143	-0.3894	1.1082	0.955	109
Altura	-0.7637	1.0851	0.968	143	-0.9127	1.1704	0.94	109
Anchura	-1.0199	1.1057	0.948	143	-1.1163	1.1500	0.928	109
Quela izquierda robusta								
Longitud	-0.3428	1.1124	0.991	143	-0.3203	1.0868	0.987	109
Altura	-0.7416	1.1068	0.977	143	-0.7599	1.1142	0.965	109
Anchura	-0.9345	1.0942	0.972	143	-0.9928	1.1216	0.961	109
Quela izquierda fina								
Longitud	-0.3623	1.1141	0.989	1164	-0.2853	1.0524	0.985	942
Altura	-0.7673	1.1006	0.983	1164	-0.6987	1.0487	0.981	942
Anchura	-1.0071	1.1142	0.976	1164	-0.9338	1.0566	0.973	942
Longitud 1º pleóp	-0.8067	1.0220	0.974	1377	—	—	—	—
Abdomen								
Segmento 4º	—	—	—	—	-0.8262	1.3319	0.991	1124
Segmento 5º	—	—	—	—	-1.0820	1.4808	0.988	1124
Segmento 6º	—	—	—	—	-1.4067	1.6025	0.972	1124
Segmento 5º/6º	—	—	—	—	-1.2395	1.5369	0.986	1124

en el caso de la anchura de la quela izquierda, siendo la longitud del 1º pleópodo y la longitud de la quela derecha las variables que mostraron un valor de F más elevado (PLEO $F_{2,1377}=53.08$, LQDR $F_{2,1164}=42.65$) (Tabla 3.4.12).

El cambio de alometría observado en ambos casos es diferente, ya que mientras el crecimiento del pleópodo muestra un descenso en la pendiente de la segunda fase respecto a la primera, las dimensiones del quelípodo derecho robusto (longitud, altura y anchura) experimentan una alometría positiva mayor en la segunda fase de crecimiento (Tabla 3.4.13; Figs. 3.4.21 a 3.4.24). En las hembras son fundamentalmente las anchuras de los segmentos abdominales, especialmente el 4º y el 5º/6º segmentos, los que mostraron resultados más significativos (Tabla 3.4.12) con unos valores de la F muy elevados en todos los casos (SEG4 $F_{2,1124}=79.42$; SEG5 $F_{2,1124}=57.40$; SEG6 $F_{2,1124}=75.33$; SEG56 $F_{2,1124}=95.51$). En todos ellos se produce un importante descenso en la pendiente de la recta correspondiente a la segunda fase de crecimiento frente a la primera (Tabla 3.4.13; Figs. 3.4.25 a 3.4.28).

Tabla 3.4.12. *Liocarcinus depurator*. Resultados del método de Gaertner & Laloe (1986) para comparar los modelos de una y dos fases para el crecimiento relativo de las diferentes variables de machos y hembras. N corresponde al modelo de dos fases.

Variable	SCR1	SCR2	F	P	N
MACHOS					
Quela derecha robusta					
Longitud	0.15941	0.14849	42.65	<0.001	1164
Altura	0.44078	0.43494	7.79	<0.005	1164
Anchura	0.46270	0.45713	7.07	<0.001	1164
Quela derecha fina					
Longitud	0.04515	0.04314	3.24	<0.1	143
Altura	0.07354	0.07232	1.17	>0.1	143
Anchura	0.10969	0.10627	2.24	>0.1	143
Quela izquierda robusta					
Longitud	0.01323	0.01223	5.68	>0.01	143
Altura	0.03577	0.03469	2.16	>0.1	143
Anchura	0.04236	0.04035	3.46	<0.1	143
Quela izquierda fina					
Longitud	0.18694	0.17535	38.34	<0.001	1164
Altura	0.27474	0.26766	15.34	<0.001	1164
Anchura	0.47106	0.46318	9.87	<0.001	1164
Pleópodo	0.44420	0.41232	53.08	<0.001	1377
HEMBRAS					
Quela derecha robusta					
Longitud	0.08961	0.08790	9.12	<0.001	942
Altura	0.21510	0.21379	2.87	>0.1	942
Anchura	0.24285	0.24144	2.74	>0.1	942
Quela derecha fina					
Longitud	0.01464	0.01454	0.36	>0.1	109
Altura	0.03808	0.03725	1.17	>0.1	109
Anchura	0.03237	0.03231	0.10	>0.1	109
Quela izquierda robusta					
Longitud	0.00784	0.00703	6.05	<0.01	109
Altura	0.02073	0.01946	3.43	<0.1	109
Anchura	0.01720	0.01632	2.83	>0.1	109
Quela izquierda fina					
Longitud	0.13870	0.13835	1.19	>0.1	942
Altura	0.15253	0.15136	3.63	<0.1	942
Anchura	0.21265	0.20849	9.36	<0.001	942
Abdomen					
4° segmento	0.08985	0.07869	79.42	<0.001	1124
5° segmento	0.15886	0.14409	57.40	<0.001	1124
6° segmento	0.50778	0.44757	75.33	<0.001	1124
5°/6° segmen	0.20260	0.17308	95.51	<0.001	1124

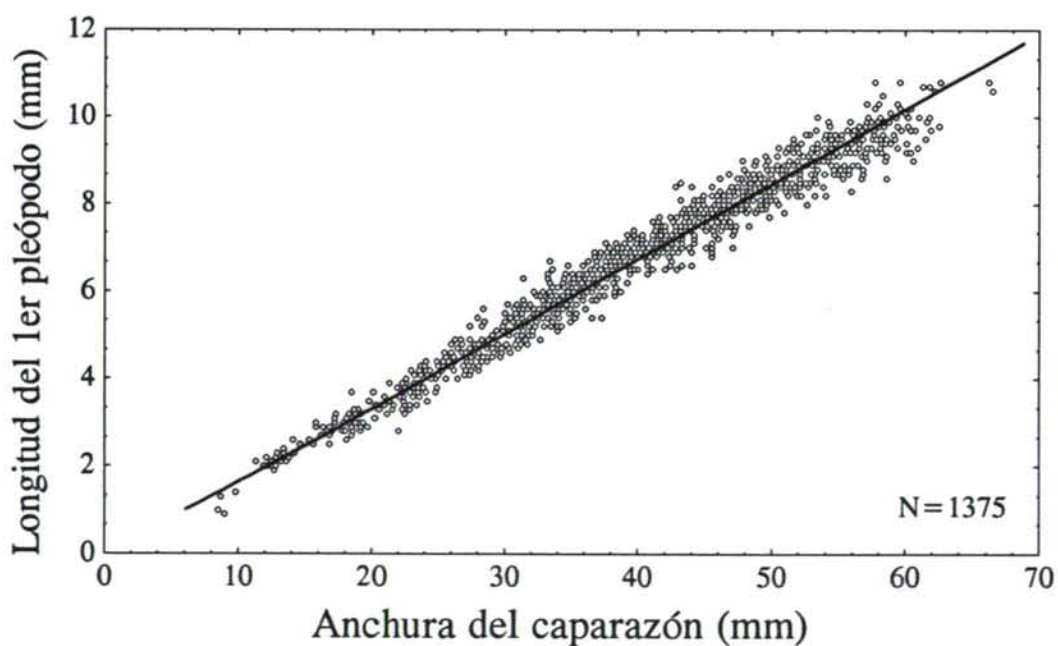
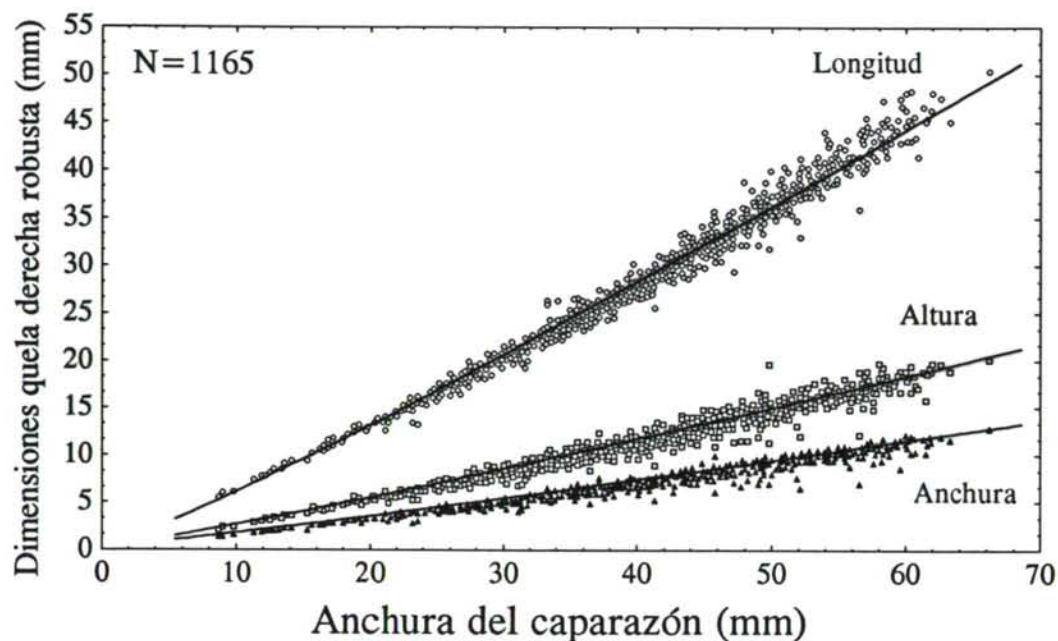


Figura 3.4.19. *Liocarcinus depurator*. Machos. Representación de la correlación entre las diferentes variables morfológicas de la quela derecha robusta (longitud, altura y anchura) (superior) y la longitud del 1º pleópodo (inferior) frente a la anchura del caparazón. Transparencia: recta de regresión ajustada al total de datos de cada variable (modelo de una fase).

Tabla 3.4.13. *Liocarcinus depurator*. Parámetros del modelo de dos fases del crecimiento relativo ajustados mediante el método de Gaertner & Laloe (1986) (Método 1), Somerton (1980a) modificado (Método 2) y Lovett & Felder (Método 3).

Variable	log a1	b1	log a2	b2
MACHOS				
Longitud propodio derecho robusto				
Método 1	-0.2269	1.0347	-0.4449	1.1798
Método 2	-0.3595	1.1213	-0.3217	1.1135
Método 3	-0.2554	1.0494	-0.4359	1.1744
Altura propodio derecho robusto				
Método 1	-0.6614	1.0656	-0.8202	1.1700
Método 2	-0.7803	1.1324	-0.7363	1.1308
Método 3	-0.6512	1.0558	-0.8642	1.1956
Anchura propodio derecho robusto				
Método 1	-0.8276	1.0296	-0.9741	1.1367
Método 2	-0.9644	1.1117	-0.9331	1.1189
Método 3	-0.8397	1.0396	-1.0380	1.1741
Pleópodo				
Método 1	-0.9109	1.1040	-0.5721	0.8822
Método 2	-1.0287	1.1639	-0.6545	0.9260
Método 3	-0.8377	1.0411	-0.6394	0.9216
HEMBRAS				
4° segmento abdominal				
Método 1	-0.7594	1.2731	-0.2886	1.0007
Método 2	-0.8410	1.3327	-0.7983	1.3221
Método 3	-0.8045	1.3112	-0.6853	1.2432
5° segmento abdominal				
Método 1	-1.0273	1.4290	-0.4060	1.0627
Método 2	-1.0941	1.4770	-1.0212	1.4517
Método 3	-1.0876	1.4802	-0.8686	1.3463
6° segmento abdominal				
Método 1	-1.2149	1.4363	-0.2829	0.9084
Método 2	-1.4510	1.6111	-1.3396	1.5760
Método 3	-1.3400	1.5427	-1.1201	1.4224
5°/6° segmento abdominal				
Método 1	-1.1176	1.4304	-0.4111	1.0260
Método 2	-1.2662	1.5403	-1.2046	1.5259
Método 3	-1.2007	1.5009	-1.0253	1.4022

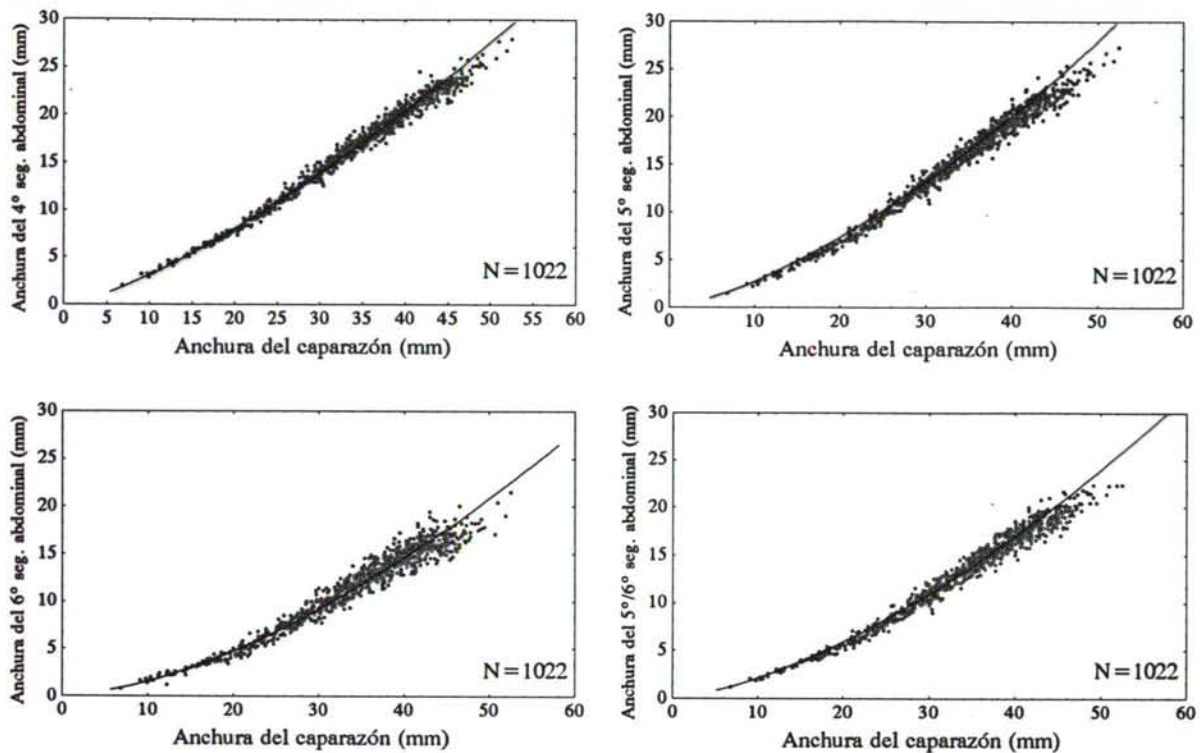


Figura 3.4.20. *Liocarcinus depurator*. Hembras. Representación de la correlación entre las longitudes de los diferentes segmentos abdominales (segmento 4º, 5º, 6º y 5º/6º) frente a la anchura del caparazón. Transparencia: recta de regresión ajustada al total de datos de cada variable (modelo de una fase).

Tanto el método de SOMERTON (1980a) (Método 2) como el de LOVETT & FELDER (1989) (Método 3), se aplicaron, al igual que en *L. arcuatus*, a las variables con resultados más significativos según el método de GAERTNER & LALOE o que pudieran estar de algún modo relacionadas con los procesos reproductivos (dimensiones de la quela derecha robusta y longitud del 1º pleópodo en machos, y anchura de los distintos segmentos abdominales en hembras).

El método de SOMERTON dio resultados significativos en todos los casos, con valores muy altos del estadístico F (>400 en todas las variables). Las pendientes obtenidas mediante este método para el modelo de dos fases de crecimiento muestran algunas diferencias con respecto a las obtenidas con el método de GAERTNER & LALOE (Método 1). El patrón de variación que se observa para las dimensiones del quelípodo es algo disintinto al obtenido con el Método 1, puesto que según el método de SOMERTON (Método

2) la pendiente de la segunda fase de crecimiento muestra para la longitud y para la altura del propodio un ligerísimo descenso de la alometría con respecto a la primera fase, mientras que para la anchura de la quela se produce un pequeño aumento de la alometría (Tabla 3.4.13; Figs. 3.4.21, 3.4.22 y 3.4.23).

Por el contrario cuando la variable analizada es la longitud del 1^{er} pleópodo, ambos métodos (Método 1 y 2) coinciden en el patrón de crecimiento, apreciándose un descenso en el nivel de alometría de la segunda fase de crecimiento con respecto a la primera fase. Dicho descenso es mucho más acusado en el caso del método de SOMERTON (Método 2) que en el de GAERTNER & LALOE (Método 1) (Tabla 3.4.13; Fig. 3.4.24).

Los resultados obtenidos al aplicar el Método 3 (LOVETT & FELDER) a las diferentes variables analizadas para los machos son semejantes a los obtenidos con el Método 1, tanto en el patrón de crecimiento observado como en las estimas de los parámetros de las ecuaciones de crecimiento obtenidas (Tabla 3.4.13; Figs. 3.4.21 a 3.4.24).

El patrón de crecimiento de las anchuras de los distintos segmentos abdominales de las hembras de *L. depurator* es igual para los tres métodos utilizados. La primera fase (fase inmadura) presenta un nivel de alometría altamente positivo, que se reduce en la fase madura (segunda fase) del crecimiento. El descenso observado en el nivel de la alometría de la primera a la segunda fase de crecimiento puede considerarse muy importante según el Método 1, es muy ligero para el Método 2 siendo los valores estimados mediante el Método 3 intermedios a los de los dos anteriores (Tabla 3.4.13; Figs. 3.4.25 a 3.4.28).

En la Tabla 3.4.14 se indican los parámetros de las regresiones logísticas que relacionan la probabilidad de madurez con la anchura cefalotorácica para las distintas variables seleccionadas anteriormente, así como la talla estimada de madurez para machos y hembras según los distintos métodos. Los resultados obtenidos son en general muy similares independientemente del método o la variable utilizados, principalmente para

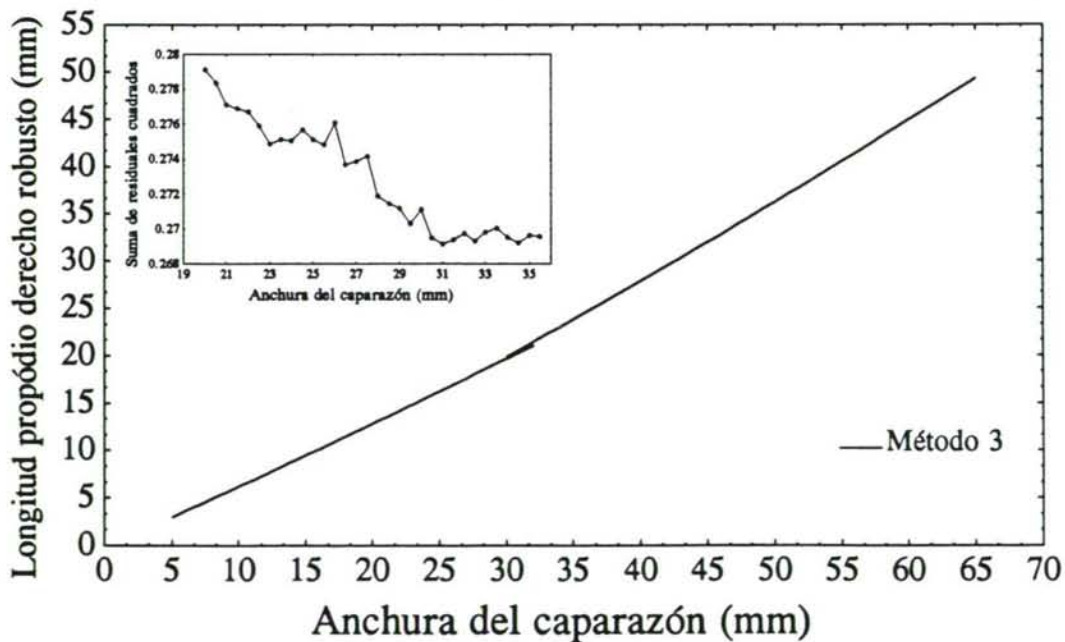
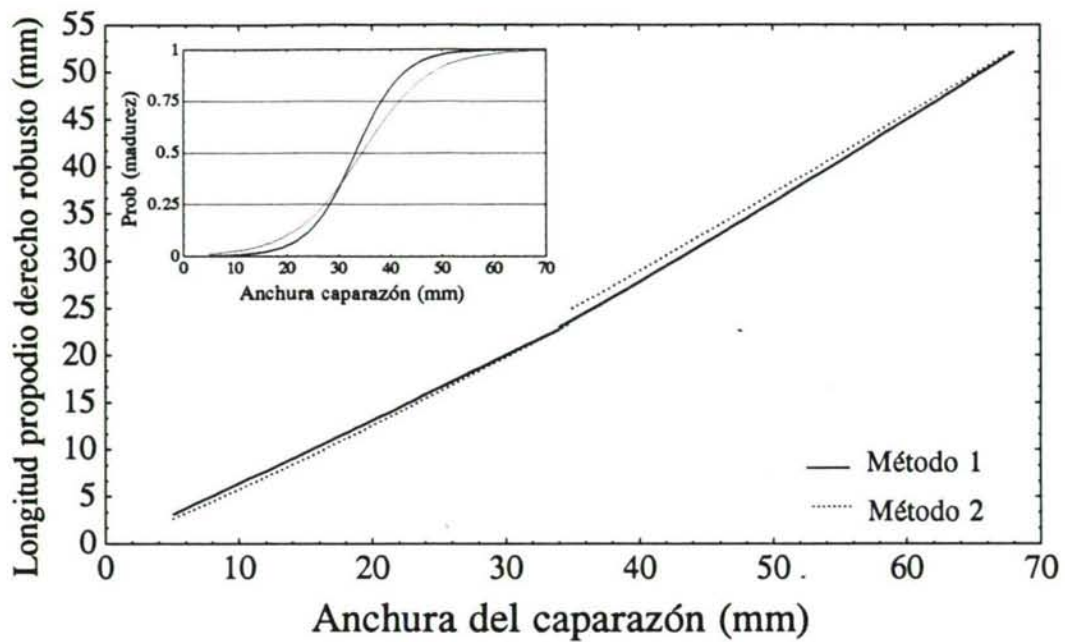


Figura 3.4.21. *Liocarcinus depurator*. Machos. Modelo de crecimiento de dos fases para la longitud del propódio de la quela derecha robusta utilizando los tres métodos. Superior: Gaertner & Laloe (1986) (Método 1) y Somerton (1980a) modificado (Método 2); Inferior: Lovett & Felder (1989) (Método 3). Interior: Regresiones logísticas de probabilidad de madurez en términos de anchura de caparazón (mm) para los métodos 1 y 2, y suma de cuadrados residuales frente a la anchura del caparazón (mm) para el método 3.

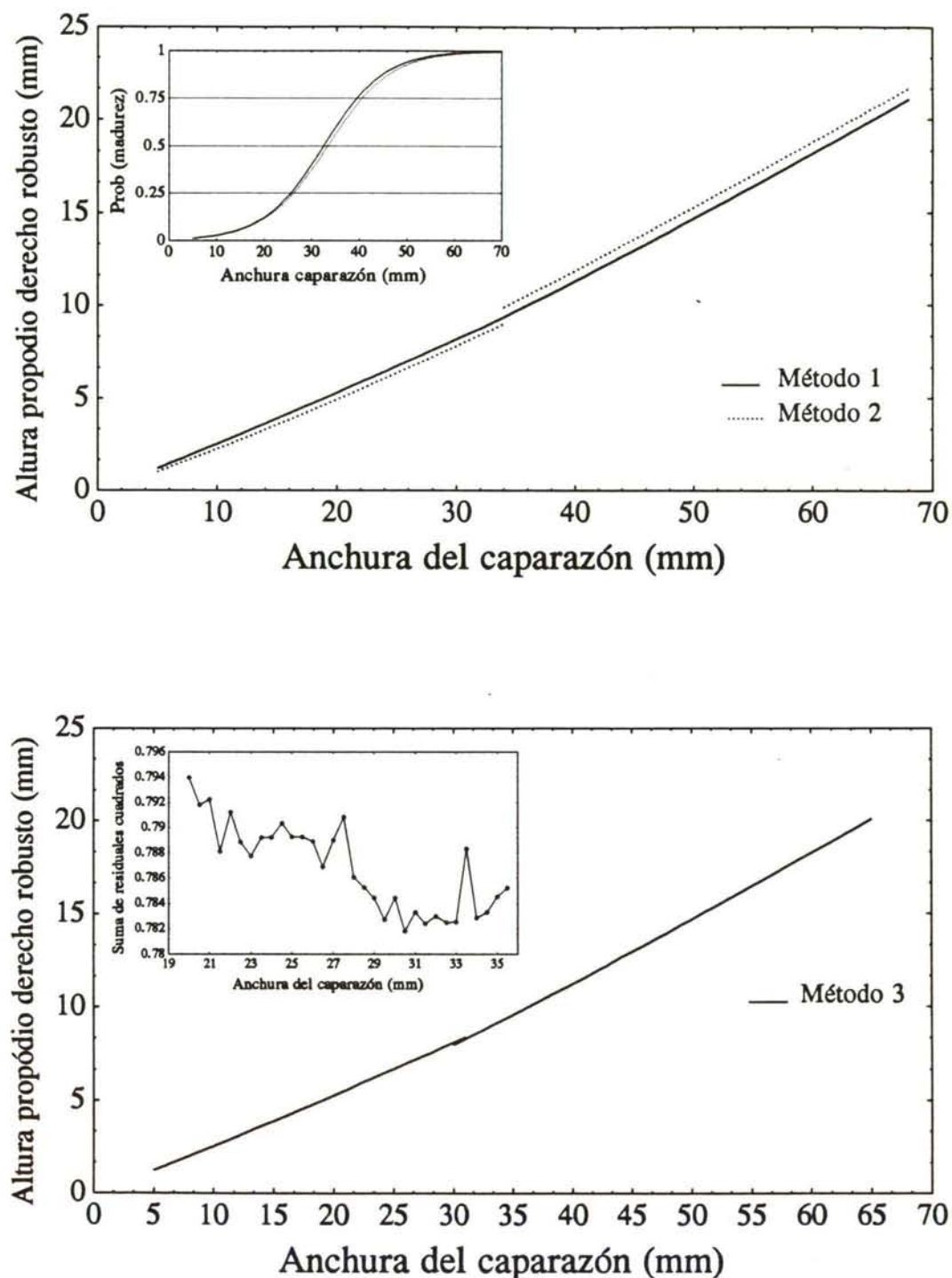


Figura 3.4.22. *Liocarcinus depurator*. Machos. Modelo de crecimiento de dos fases para la altura del propodio de la quela derecha robusta utilizando los tres métodos. Superior: Gaertner & Laloe (1986) (Método 1) y Somerton (1980a) modificado (Método 2); Inferior: Lovett & Felder (1989) (Método 3). Interior: Regresiones logísticas de probabilidad de madurez en terminos de anchura de caparazón (mm) para los métodos 1 y 2, y suma de cuadrados residuales frente a la anchura del caparazón (mm) para el método 3.

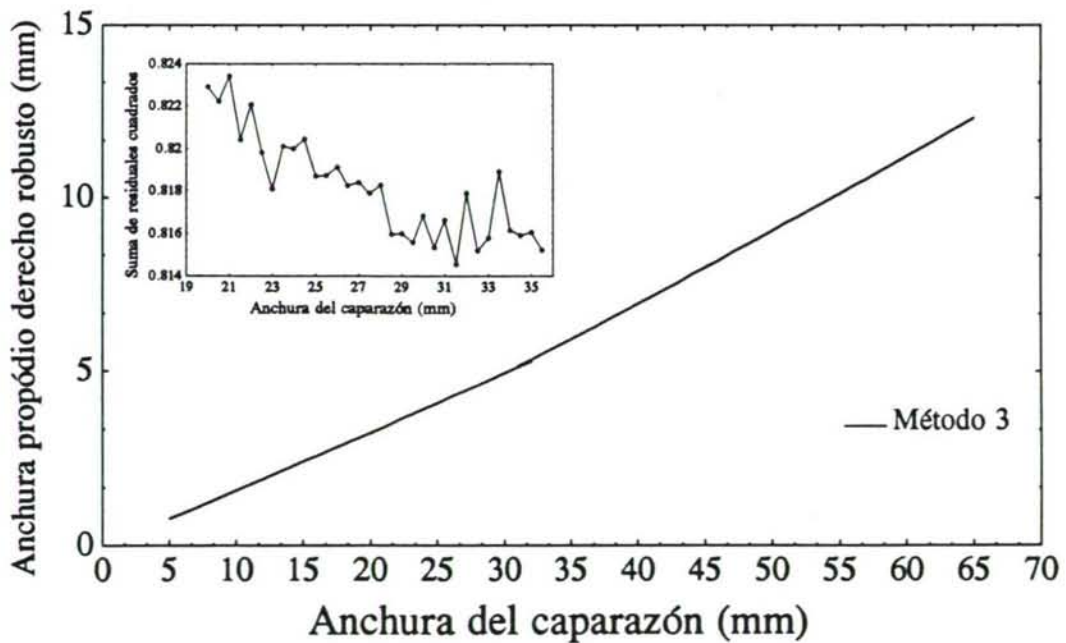
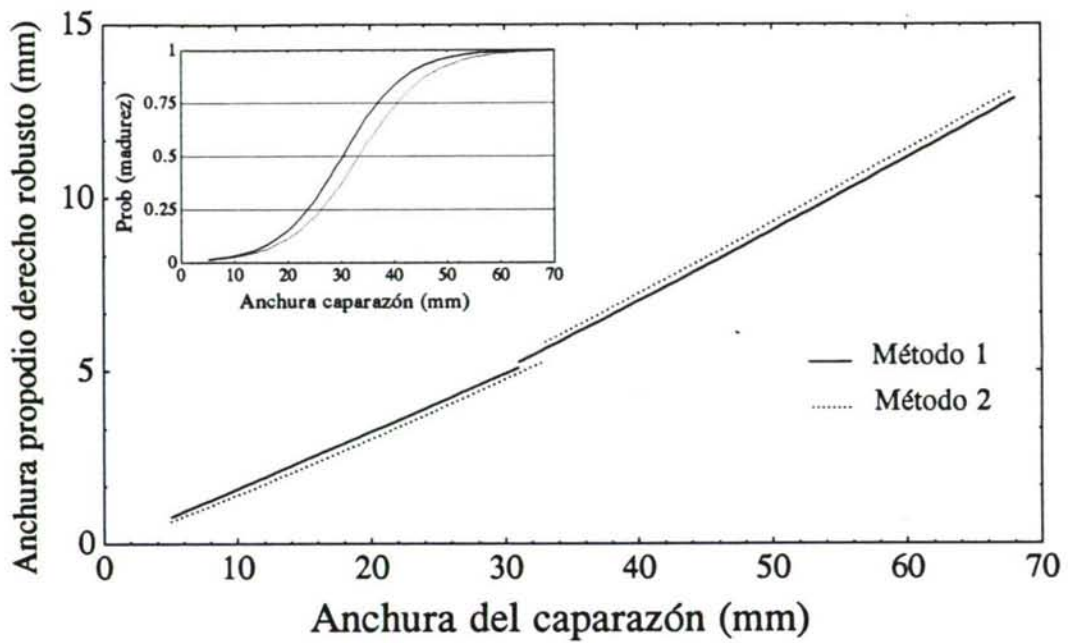


Figura 3.4.23. *Liocarcinus depurator*. Machos. Modelo de crecimiento de dos fases para la anchura del propodio de la quela derecha robusta utilizando los tres métodos. Superior: Gaertner & Laloe (1986) (Método 1) y Somerton (1980a) modificado (Método 2); Inferior: Lovett & Felder (1989) (Método 3). Interior: Regresiones logísticas de probabilidad de madurez en terminos de anchura de caparazón (mm) para los métodos 1 y 2, y suma de cuadrados residuales frente a la anchura del caparazón (mm) para el método 3.

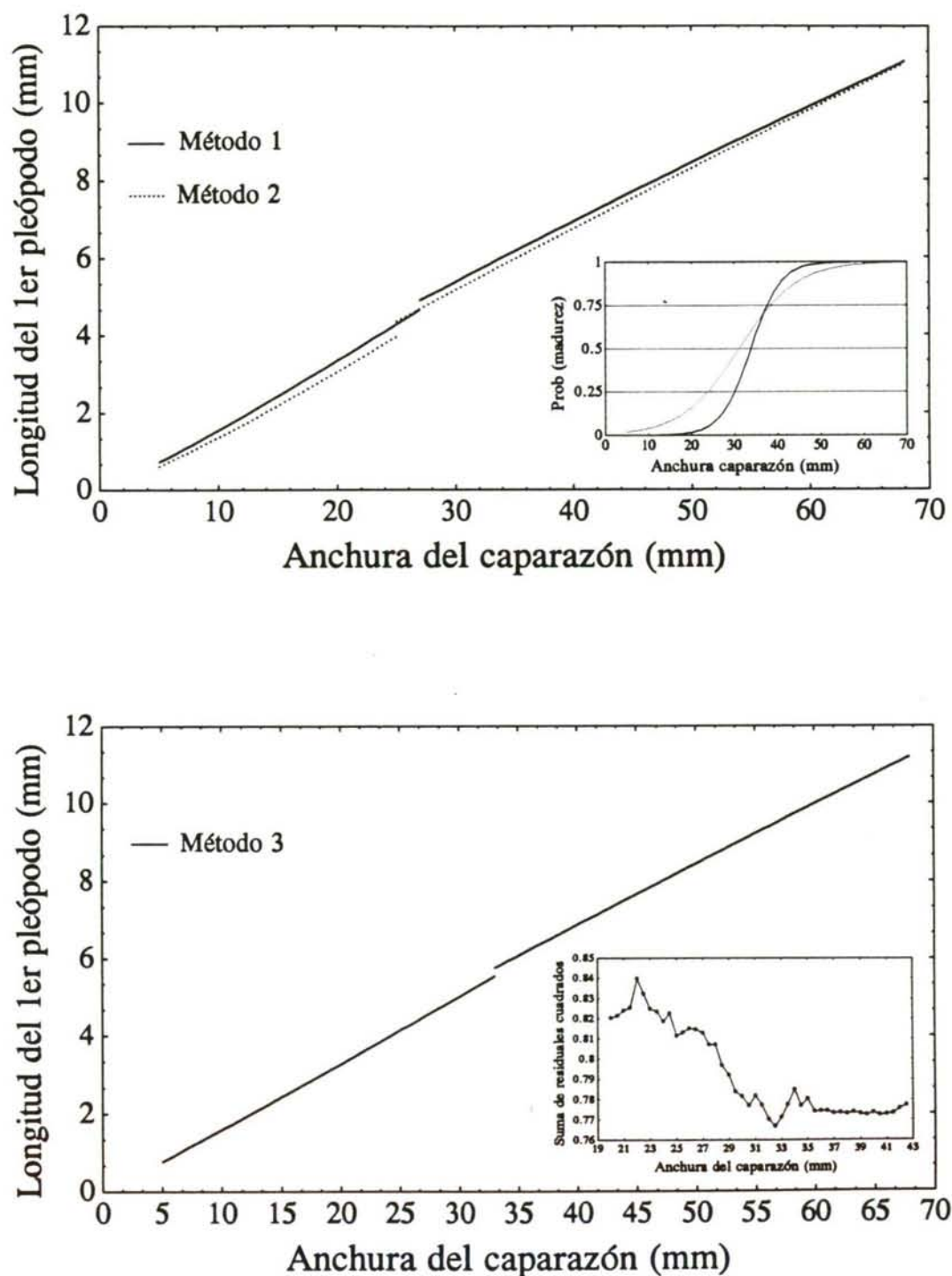


Figura 3.4.24. *Liocarcinus depurator*. Machos. Modelo de crecimiento de dos fases para la longitud del 1^{er} pleópodo utilizando los tres métodos. Superior: Gaertner & Laloe (1986) (Método 1) y Somerton (1980a) modificado (Método 2); Inferior: Lovett & Felder (1989) (Método 3). Interior: Regresiones logísticas de probabilidad de madurez en términos de anchura de caparazón (mm) para los métodos 1 y 2, y suma de cuadrados residuales frente a la anchura del caparazón (mm) para el método 3.

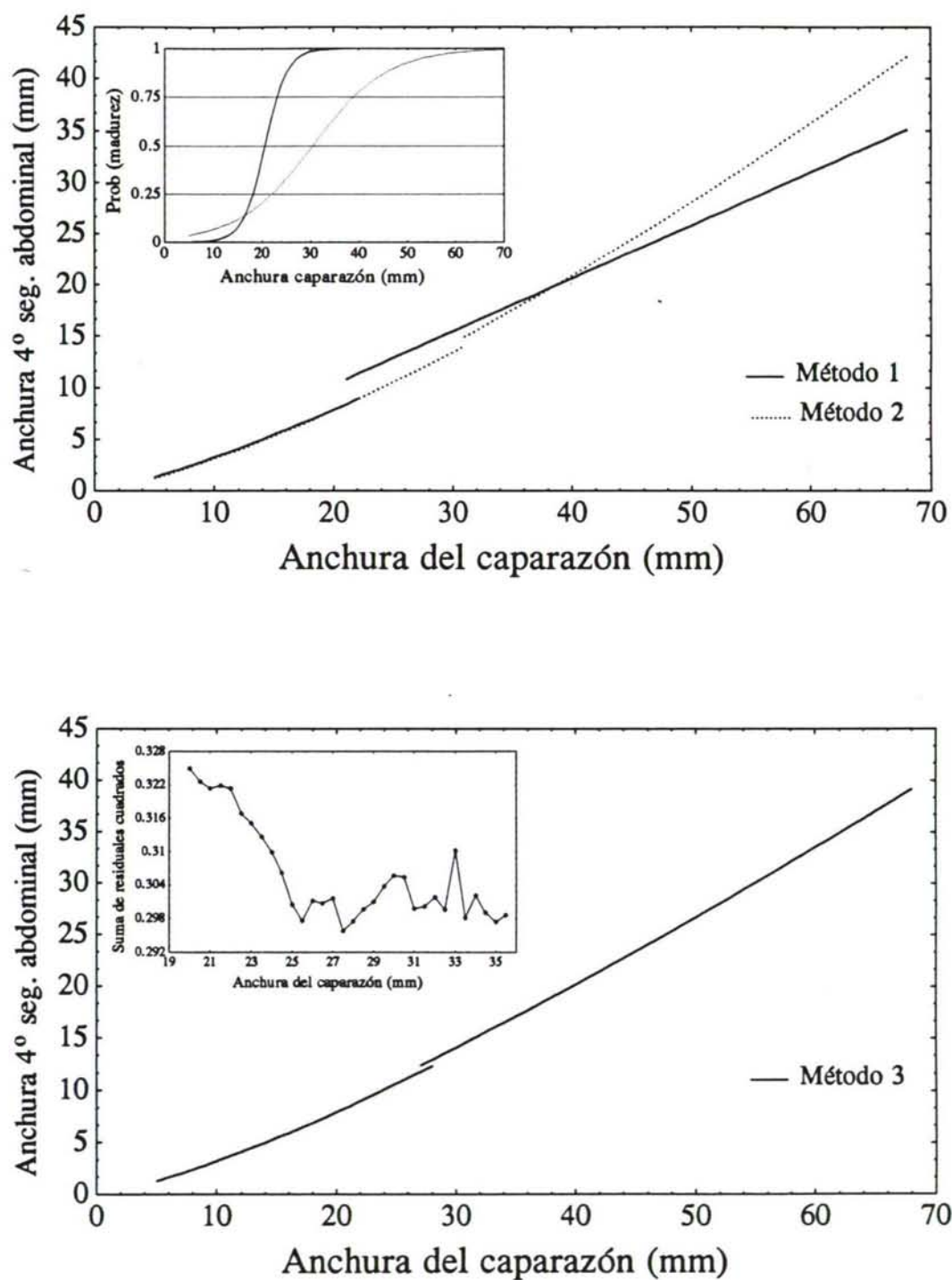


Figura 3.4.25. *Liocarcinus depurator*. Hembras. Modelo de crecimiento de dos fases para la anchura del 4° segmento abdominal utilizando los tres métodos. Superior: Gaertner & Laloe (1986) (Método 1) y Somerton (1980a) modificado (Método 2); Inferior: Lovett & Felder (1989) (Método 3). Interior: Regresiones logísticas de probabilidad de madurez en términos de anchura de caparazón (mm) para los métodos 1 y 2, y suma de cuadrados residuales frente a la anchura del caparazón (mm) para el método 3.

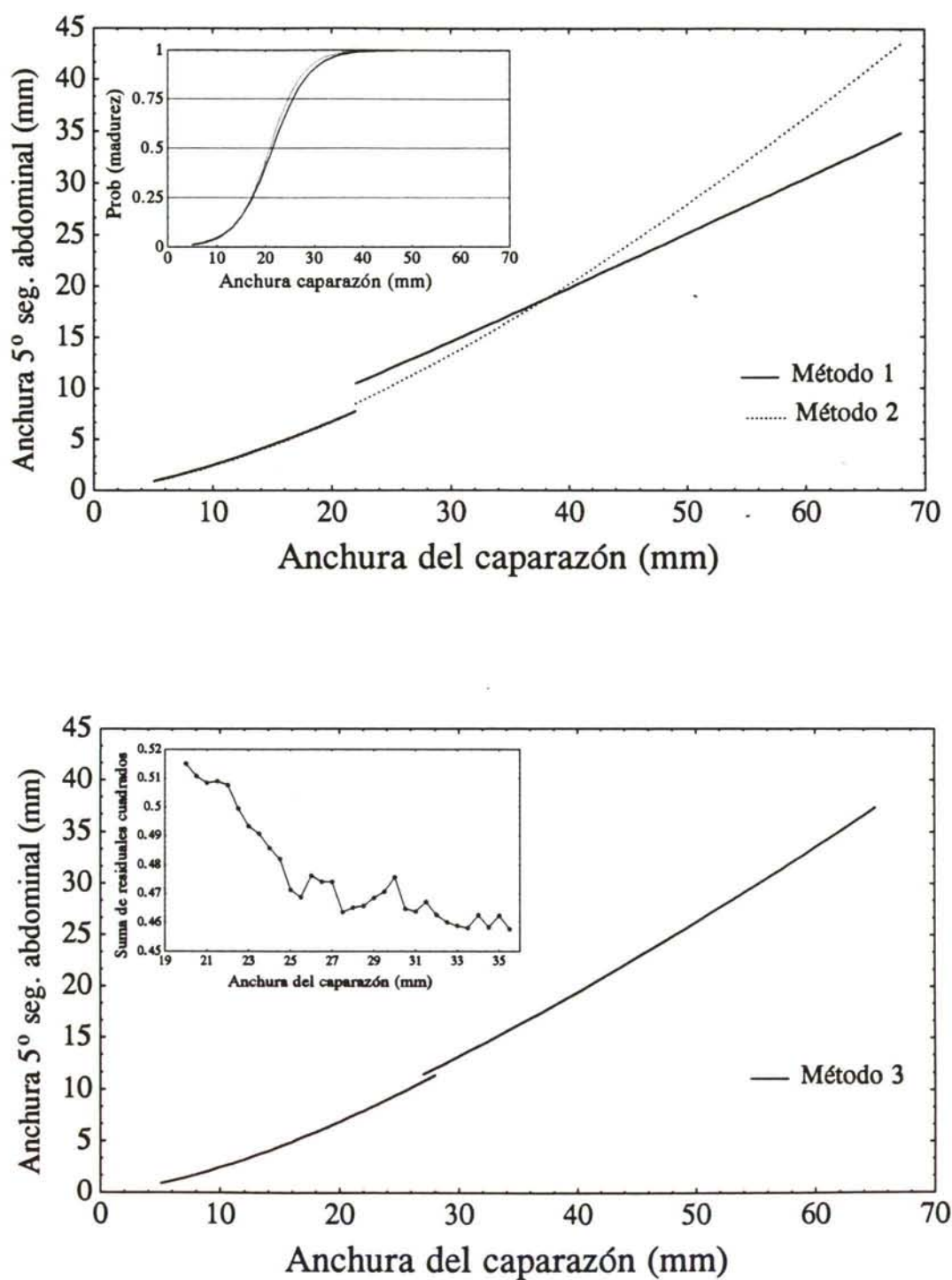


Figura 3.4.26. *Liocarcinus depurator*. Hembras. Modelo de crecimiento de dos fases para la anchura del 5° segmento abdominal utilizando los tres métodos. Superior: Gaertner & Laloe (1986) (Método 1) y Somerton (1980a) modificado (Método 2); Inferior: Lovett & Felder (1989) (Método 3). Interior: Regresiones logísticas de probabilidad de madurez en términos de anchura de caparazón (mm) para los métodos 1 y 2, y suma de cuadrados residuales frente a la anchura del caparazón (mm) para el método 3.

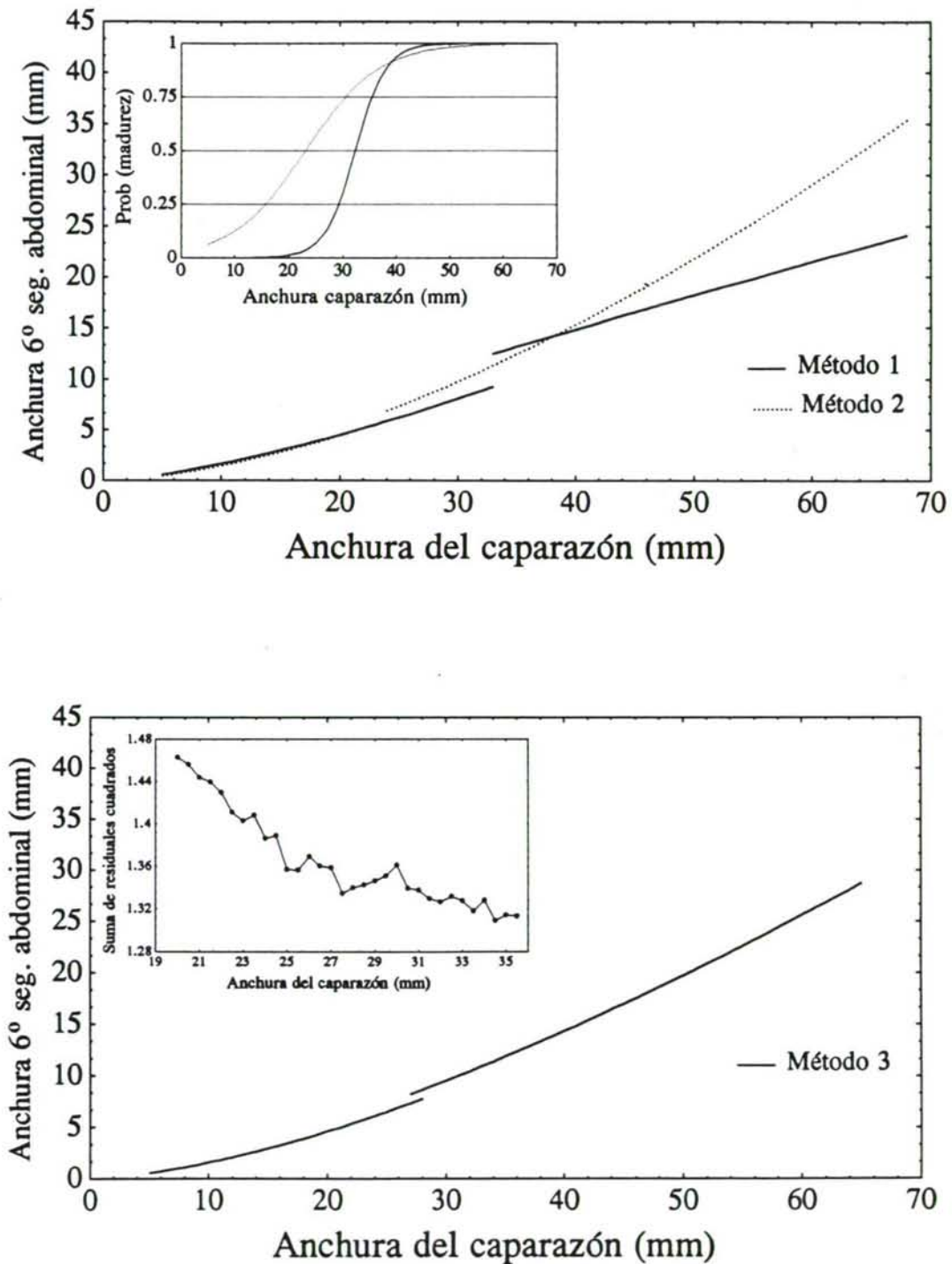


Figura 3.4.27. *Liocarcinus depurator*. Hembras. Modelo de crecimiento de dos fases para la anchura del 6° segmento abdominal utilizando los tres métodos. Superior: Gaertner & Laloe (1986) (Método 1) y Somerton (1980a) modificado (Método 2); Inferior: Lovett & Felder (1989) (Método 3). Interior: Regresiones logísticas de probabilidad de madurez en términos de anchura de caparazón (mm) para los métodos 1 y 2, y suma de cuadrados residuales frente a la anchura del caparazón (mm) para el método 3.

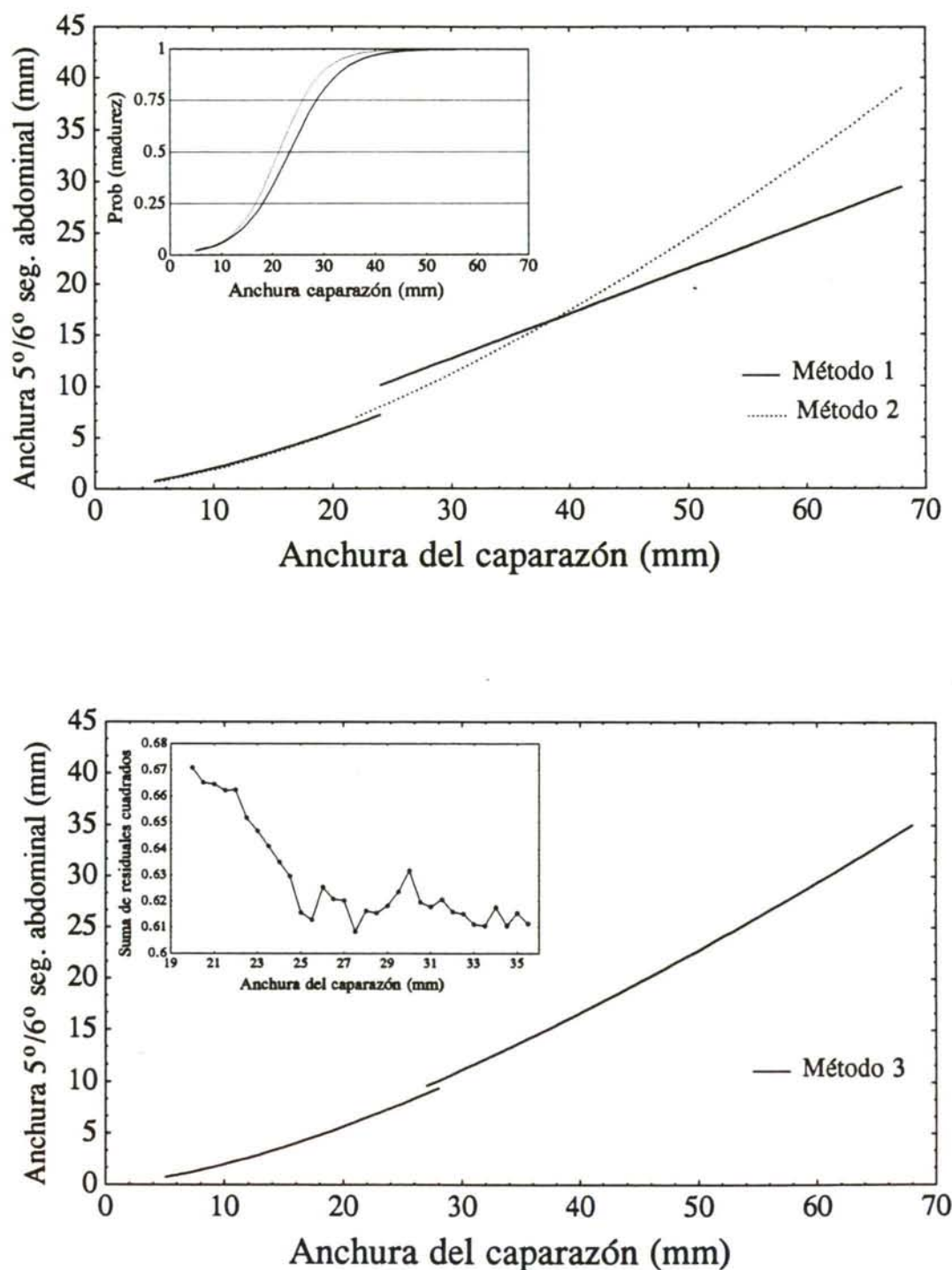


Figura 3.4.28. *Liocarcinus depurator*. Hembras. Modelo de crecimiento de dos fases para la anchura del 5°/6° segmento abdominal utilizando los tres métodos. Superior: Gaertner & Laloe (1986) (Método 1) y Somerton (1980a) modificado (Método 2); Inferior: Lovett & Felder (1989) (Método 3). Interior: Regresiones logísticas de probabilidad de madurez en terminos de anchura de caparazón (mm) para los métodos 1 y 2, y suma de cuadrados residuales frente a la anchura del caparazón (mm) para el método 3.

machos. En los machos se obtiene una talla de madurez que oscila entre los 30.26 mm de anchura de caparazón (ANQDR) según el método de GAERTNER & LALOE y los 34.00 mm de anchura de caparazón (LQDR) según el método de SOMERTON (Tabla 3.4.14).

Tabla 3.4.14. *Liocarcinus depurator*. Parámetros de las regresiones logísticas que relacionan la probabilidad de madurez con la anchura (AC) y la longitud del caparazón (LC) correspondiente a una probabilidad del 0.5. Se indican también los valores obtenidos mediante el método de Lovett & Felder (1989).

Variable	B0	B1	Prob (madurez) = 0.5	
			AC	LC
MACHOS				
Longitud propodio derecho robusto				
Método 1	-7.3191	0.2203	33.22	25.55
Método 2	-5.2152	0.1514	34.45	26.46
Método 3			31.00	23.92
Altura propodio derecho robusto				
Método 1	-5.1174	0.1574	32.51	25.03
Método 2	-5.0548	0.1515	33.37	25.66
Método 3			30.50	23.55
Anchura propodio derecho robusto				
Método 1	-5.0595	0.1672	30.26	23.37
Método 2	-5.1316	0.1539	33.34	25.64
Método 3			31.50	24.28
Pleópodo				
Método 1	-9.8539	0.2915	33.80	25.98
Método 2	-4.6522	0.1497	31.07	23.97
Método 3			32.50	25.02
HEMBRAS				
4º segmento abdominal				
Método 1	-8.9657	0.4361	20.56	16.26
Método 2	-3.9205	0.1290	30.39	23.64
Método 3			27.50	21.49
5º segmento abdominal				
Método 1	-5.6602	0.2640	21.44	16.93
Método 2	-6.0373	0.2894	20.86	16.49
Método 3			27.50	21.49
6º segmento abdominal				
Método 1	-11.4234	0.3529	32.37	25.12
Método 2	-3.4183	0.1479	23.11	18.19
Método 3			27.50	21.49
5º/6º segmento abdominal				
Método 1	-4.8432	0.2078	23.31	18.34
Método 2	-5.1005	0.2403	21.23	16.77
Método 3			27.50	21.49

Los valores estimados para las hembras presentan una mayor variación que los de los machos, oscilando las estimas obtenidas por los diferentes métodos entre los 20.56 mm de anchura de caparazón (SEG4) y los 32.37 mm de anchura cefalotorácica (SEG5) ambos según el método de GAERTNER & LALOE.

A la vista de los resultados obtenidos con datos morfométricos, la talla de madurez de los machos de *L. depurator* en la Ría de Arousa se situaría en torno a los 30-34 mm de anchura de caparazón, mientras que el inicio de la sexualidad anatómica de las hembras se alcanzaría entre los 20.5 y 32 mm de anchura cefalotorácica. A partir de las diferentes estimas obtenidas para machos y hembras de *L. depurator* se puede apreciar que la talla a la cual los machos alcanzan su madurez sexual morfométrica es superior a la de las hembras.

3.4.2. CICLO REPRODUCTIVO

Existe una gran variabilidad en las estrategias reproductivas de los crustáceos en general y de los braquiuros en particular (HARTNOLL, 1982, 1985; HARTNOLL & GOULD, 1988). A pesar de ello, el potencial reproductivo de una especie ha sido habitualmente medido por la fecundidad femenina dada la gran dificultad de cuantificar la masculina, por lo que la mayor parte de los estudios efectuados sobre los diferentes aspectos del ciclo reproductivo de braquiuros se han centrado principalmente en las hembras.

Por este motivo el análisis del ciclo sexual de la práctica totalidad de la especies estudiadas se ha realizado en base a la histología de la gónada femenina, al índice gonadosomático y a los porcentajes de hembras ovígeras durante un determinado ciclo temporal (PILLARY & NAIR, 1971; CAMPBELL & FIELDER, 1986; LE FOLL, 1986; CHOY, 1988; ABELLÓ, 1989b; PRASAD & NEELAKANTAN, 1989; SUMPTON, 1990; LATROUITE & NOEL, 1993).

Los estudios previos sobre los diferentes aspectos reproductivos de *L. arcuatus* se restringen únicamente a dos, uno realizado en el Mediterráneo (STEVICIC, 1987) y el otro en el mismo área que el presente estudio, la Ría de Arousa (FREIRE *et al.*, 1991b). El ciclo reproductivo de *L. depurator* ha sido incluido en un mayor número de estudios, relativos principalmente a individuos del Mediterráneo (costas catalanas (ABELLÓ, 1986, 1989a) y Mar de Ligur (MORI & ZUNINO, 1987)), existiendo también un estudio previo en la Ría de Arousa (FERNANDEZ *et al.* 1991b). Existen además diferentes estudios de índole sistemática en los que tan solo se aportan datos sobre la presencia temporal de hembras ovígeras de distintas áreas geográficas (ALLEN, 1967; ZARIQUIEY, 1968; CHRISTIANSEN, 1969; INGLE, 1980; GARCÍA-RASO, 1984; GUILLÉN-NIETO, 1990).

Se ha analizado también otro aspecto relacionado directamente con el ciclo

reproductivo como es la presencia de tapones de esperma, estructuras indicadoras de que la cópula ha tenido lugar. Los tapones de esperma son estructuras duras que se encuentran cerrando externamente los orificios genitales femeninos impidiendo la pérdida de esperma (HARTNOLL, 1969). Debido a que la cópula tiene lugar mientras las hembras se encuentran en los estados iniciales de postmuda (HARTNOLL, 1969) y a que según su caparazón va endureciéndose los tapones van desapareciendo gradualmente, la presencia de éstos en la hembras está íntimamente relacionado con su ciclo de muda.

En el presente apartado se analizan dos de los principales aspectos del ciclo reproductor de ambas especies como son el ciclo reproductivo (basándonos en datos de desarrollo gonadal y presencia de tapones de esperma) y el ciclo de cría (a partir de datos de presencia de hembras ovígeras).

3.4.2.1. CICLO REPRODUCTIVO DE *L. arcuatus*

3.4.2.1.1. Evolución temporal

En la Tabla 3.4.15 y Figura 3.4.29, se han representado los porcentajes mensuales de los diferentes estados de desarrollo gonadal de las hembras de *L. arcuatus* en cada una de las estaciones muestreadas. La menor hembra considerada madura (en estado de desarrollo gonadal III o IV) presentó una anchura de caparazón de 15.20 mm (estación P3, septiembre).

La evolución temporal de los porcentajes de los distintos estados gonadales de las hembras no ovígeras a lo largo del ciclo anual muestran la existencia de un marcado ciclo reproductivo. El inicio de la maduración del ovario comienza hacia final de verano e inicio de otoño, encontrándose la mayor parte de las hembras no ovígeras en los estados iniciales del desarrollo gonadal (estados I y II). Ambos estados conjuntamente representan en el mes de septiembre el 100.00%, 95.66% y 94.30% en las estaciones B1, B6 y P3 respectivamente (Tabla 3.4.15, Fig. 3.4.29).

Tabla 3.4.15. *Liocarcinus arcuatus*. Porcentaje de hembras ovígeras y no ovígeras en los diferentes estados de desarrollo gonadal a lo largo del ciclo anual y para cada una de las estaciones muestradas.

ESTACION B1										
	HEMBRAS NO OVIGERAS					HEMBRAS OVIGERAS				
	Nº	I	II	III	IV	Nº	I	II	III	IV
JUL	6	50.00	33.33	16.67	0.00	10	80.00	10.00	10.00	0.00
AGO	10	50.00	20.00	30.00	0.00	17	100.00	0.00	0.00	0.00
SEP	1	100.00	0.00	0.00	0.00	1	100.00	0.00	0.00	0.00
OCT	10	100.00	0.00	0.00	0.00	—	—	—	—	—
NOV	13	61.54	23.08	7.69	7.69	—	—	—	—	—
DIC	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ENE	4	50.00	0.00	25.00	25.00	1	0.00	100.00	0.00	0.00
FEB	12	33.33	25.00	16.67	25.00	6	50.00	33.33	16.67	0.00
MAR	4	50.00	25.00	25.00	0.00	4	50.00	25.00	25.00	0.00
ABR	4	100.00	0.00	0.00	0.00	2	50.00	50.00	0.00	0.00
MAY	16	37.50	31.25	12.50	18.75	7	57.14	42.86	0.00	0.00
JUN	17	11.77	29.41	29.41	29.41	15	46.67	46.67	6.66	0.00

ESTACION B6										
MESES	HEMBRAS NO OVIGERAS					HEMBRAS OVIGERAS				
	Nº	I	II	III	IV	Nº	I	II	III	IV
JUL	55	49.09	10.91	21.82	18.18	17	82.36	5.88	11.76	0.00
AGO	55	67.28	18.18	5.45	9.09	24	95.83	4.17	0.00	0.00
SEP	46	91.31	4.35	2.17	2.17	9	88.89	11.11	0.00	0.00
OCT	82	86.58	9.76	3.66	0.00	2	100.00	0.00	0.00	0.00
NOV	31	67.74	16.13	16.13	0.00	—	—	—	—	—
DIC	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ENE	50	22.00	12.00	34.00	32.00	6	0.00	100.00	0.00	0.00
FEB	37	24.32	16.22	16.22	43.24	10	80.00	20.00	0.00	0.00
MAR	118	43.23	25.42	15.25	16.10	75	57.33	37.33	5.34	0.00
ABR	161	50.31	19.88	12.42	17.39	30	73.34	13.33	13.33	0.00
MAY	201	38.80	19.90	20.40	20.90	39	30.78	46.15	20.51	2.56
JUN	149	37.58	20.13	21.48	20.81	70	28.57	41.43	24.29	5.71

ESTACION P3										
	HEMBRAS NO OVIGERAS					HEMBRAS OVIGERAS				
	Nº	I	II	III	IV	Nº	I	II	III	IV
JUL	224	52.68	15.18	17.41	14.73	104	63.46	24.04	9.62	2.88
AGO	170	72.36	9.41	12.35	5.88	56	53.57	30.36	16.07	0.00
SEP	263	85.55	8.75	4.18	1.52	36	94.44	2.78	2.78	0.00
OCT	334	66.17	20.65	11.98	1.20	3	100.00	0.00	0.00	0.00
NOV	315	30.79	21.90	22.87	24.44	1	0.00	100.00	0.00	0.00
DIC	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ENE	287	5.92	5.23	14.98	73.87	56	80.36	17.86	1.78	0.00
FEB	90	30.00	11.11	11.11	47.78	50	50.00	28.00	22.00	0.00
MAR	178	39.33	21.35	16.29	23.03	52	61.54	32.69	5.77	0.00
ABR	160	33.75	33.75	20.00	12.50	117	64.96	26.50	7.69	0.85
MAY	36	36.11	11.11	19.44	33.34	18	72.22	22.22	5.56	0.00
JUN	15	26.67	33.33	20.00	20.00	10	60.00	30.00	10.00	0.00

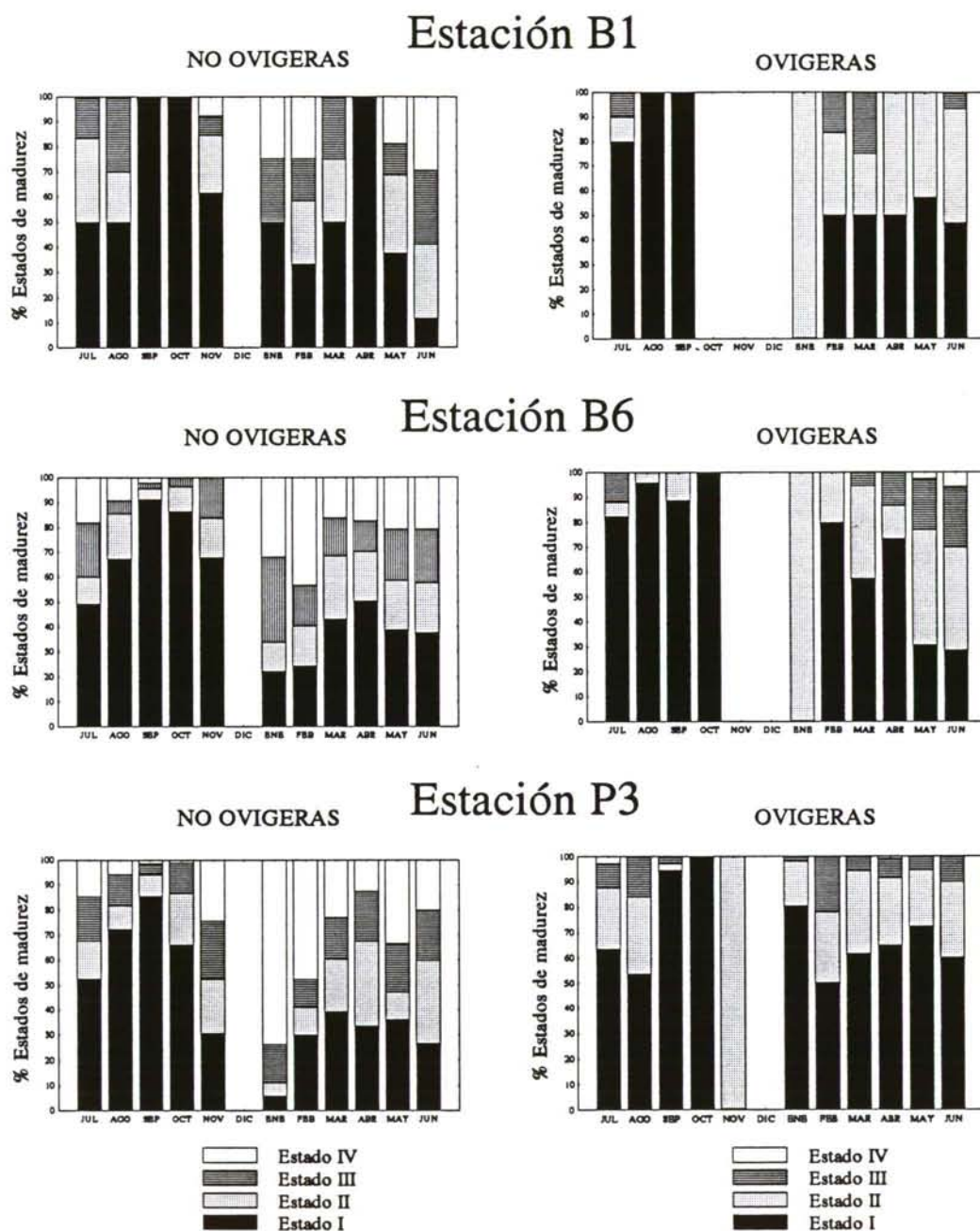


Figura 3.4.29. *Liocarcinus arcuatus*. Representación gráfica de los porcentajes mensuales de los diferentes estados de desarrollo gonadal de las hembras ovígeras y no ovígeras para cada una de las estaciones muestreadas.

Según avanza el otoño el porcentaje de hembras que presentan los ovarios en los estados iniciales del desarrollo del ovario (I y II) va progresivamente disminuyendo hasta llegar al mínimo anual en enero (50.00% en la estación de bateas B1, 34.00% en B6 y 11.15% en la estación de playa P3). El descenso observado es inversamente proporcional al aumento en el porcentaje de hembras no ovígeras en los estados III y IV (estados más avanzados del desarrollo gonadal) los cuales alcanzan en enero su máximos anuales en las tres estaciones muestreadas (Tabla 3.4.15, Fig. 3.4.29).

El aumento observado en el porcentaje de los estados III y IV se produce de un modo claramente gradual a lo largo del otoño y comienzos del invierno ya que es inicialmente el estado III el que aparece para posteriormente hacerlo el estado IV, siendo este estado final del desarrollo ovárico el que acaba dominando entre las hembras de *L. arcuatus* (Tabla 3.4.15, Fig. 3.4.29). Este proceso de desarrollo gonadal transcurre de un modo gradual desde el final del verano - inicios del otoño (meses de septiembre-octubre) hasta inicios de invierno, momento en el que se produciría la puesta.

A partir de este momento la proporción de hembras en los estados gonadales iniciales vuelve progresivamente a aumentar, aunque un gran número de las hembras de la población continúan con sus ovarios en desarrollo, de modo que durante todo el invierno e inicios del verano el porcentaje de hembras en los distintos estados ováricos se mantiene más o menos constante hasta finales del verano (agosto, septiembre), época en la que se iniciaría el nuevo ciclo de maduración. Ello indicaría la existencia de dos puestas consecutivas al menos en una parte de la población de hembras maduras de *L. arcuatus* lo cual se refuerza también por el hecho de que se encuentran hembras ovígeras en la práctica totalidad del año (muchas de la cuales presentan sus ovarios parcialmente desarrollados) en todas las estaciones muestreadas (Tabla 3.4.15, Fig.3.4.29).

Al analizar los porcentajes mensuales del desarrollo gonadal de las hembras ovígeras se observa que el bajo número de las mismas capturadas al inicio del ciclo de maduración (septiembre, octubre) presentan los ovarios en un estado inicial de desarrollo. A medida que

transcurre el ciclo anual el número de hembras grávidas aumenta, aumentando también el número de las mismas con sus ovarios en desarrollo (estados II y III), de modo que un alto porcentaje de hembras ovígeras presenta durante todo el invierno y la primavera sus ovarios en desarrollo (Tabla 3.4.15, Fig. 3.4.29). Parece pues existir una clara preparación para una segunda puesta que tendría lugar tras la eclosión de la primera.

3.4.2.1.2. Variabilidad espacial

La evolución temporal seguida por el desarrollo gonadal de las hembras ovígeras y no ovígeras de las tres estaciones muestreadas presenta características muy semejantes para todas ellas (Tabla 3.4.15, Fig. 3.4.29).

Aunque existen diferencias en los porcentajes mensuales de los distintos estados gonadales de las hembras no ovígeras, las tres estaciones muestran un patrón temporal coincidente en sus máximos y mínimos anuales. Pequeñas variaciones se producen principalmente entre la estación de cultivo de mejillón en batea B1 y las otras dos estaciones estudiadas (la estación de cultivo B6 y la estación de playa P3) entre las que existe una gran similitud (Tabla 3.4.15, Fig. 3.4.29). Estas mínimas diferencias mensuales entre estaciones pueden deberse en su mayor parte al distinto número de hembras no ovígeras capturadas en cada una de ellas, como se aprecia en la Tabla 3.4.15, mientras en B6 y P3 el número de ejemplares mensuales analizados es en general bastante elevado, en B1 es comparativamente muy bajo en la mayor parte del ciclo anual (un único ejemplar en septiembre).

Las posibles diferencias espaciales existentes en el desarrollo gonadal de las hembras ovígeras siguen las líneas establecidas para las hembras no ovígeras, o sea una gran semejanza entre los patrones temporales de las tres estaciones estudiadas, siendo las diferencias existentes en los porcentajes mensuales de cada uno de los estados de desarrollo gonadal debidas en mayor medida a la gran variabilidad en el número de hembras portadoras de huevos capturadas en cada estación de muestreo, que a verdaderas diferencias

espaciales del ciclo reproductivo de *L. arcuatus* en la Ría de Arousa (Tabla 3.4.15, Fig. 3.4.29).

3.4.2.1.3. Análisis del índice gonadosomático (I.G.S.)

Al estudiar la evolución mensual del índice gonadosomático de las hembras no ovígeras de *L. arcuatus* se observa claramente la existencia de un marcado ciclo anual de maduración gonadal.

Las hembras no ovígeras de las tres estaciones analizadas presentan un patrón temporal idéntico en su desarrollo gonadal como se observa en la Figura 3.4.30. En todas ellas se detectan dos periodos de maduración, el primero de los cuales se inicia a finales de otoño (octubre-noviembre) incrementándose el valor del índice gonadosomático continuamente hasta el mes de febrero en el que se produce el máximo anual que daría paso a una primera puesta. En los meses sucesivos el valor del índice gonadosomático se mantiene muy bajo, aunque ya en mayo se inicia de nuevo el desarrollo del ovario alcanzando un segundo máximo en primavera (mayo-junio) que no alcanza los valores del primero y que originaría una segunda puesta anual. A partir de este momento los valores del índice gonadosomático descienden bruscamente alcanzando valores mínimos durante todo el verano hasta inicios de otoño, momento en el que se iniciaría el nuevo ciclo anual de maduración gonadal (Fig. 3.4.30).

A pesar de la gran coincidencia existente en el ciclo de maduración ovárica de las hembras no ovígeras de las tres estaciones estudiadas, se producen pequeñas diferencias espaciales que se manifiestan en los valores máximos del índice gonadosomático de cada una de ellas. Los valores máximos del índice gonadosomático de las hembras no ovígeras capturadas en la estación de playa P3 son bastante más elevados que los de las hembras capturadas en las dos estaciones de cultivo de mejillón (B1 y B6) mucho más semejantes entre sí. Esto podría deberse a que la talla media de las hembras maduras de la estación P3

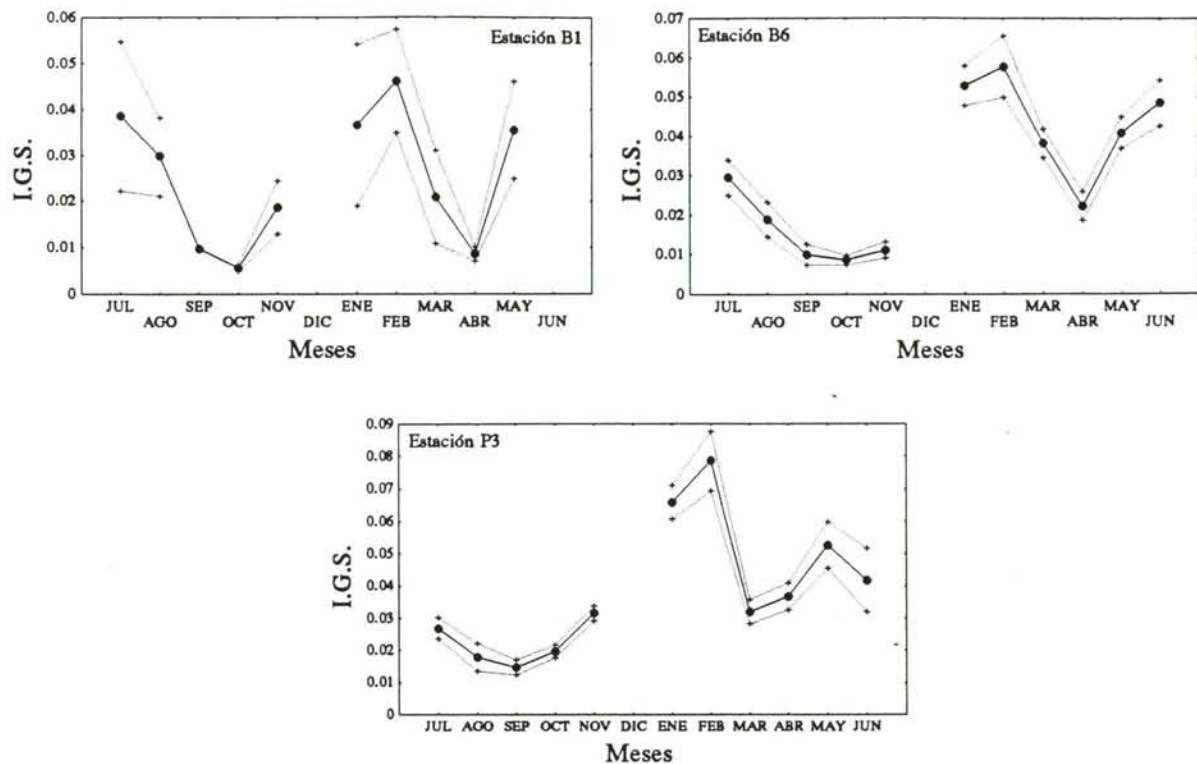


Figura 3.4.30. *Liocarcinus arcuatus*. Valores medios mensuales del Índice Gonadosomático de las hembras no ovígeras en cada una de las estaciones muestreadas.

fuera mayor que la de las hembras maduras de B1 y B6 de manera que también presentarían un mayor volumen cefalotorácico que les permitiría un mayor desarrollo de sus gónadas.

Los valores medios del índice gonadosomático de las hembras ovígeras de *L. arcuatus* en las tres estaciones de muestreo, presentan grandes variaciones mensuales con valores muy bajos que se mantienen siempre por debajo de los respectivos valores mensuales de las hembras no ovígeras (Fig. 3.4.31). Los valores más elevados del índice gonadosomático de las hembras grávidas se producen generalmente en los meses de primavera, meses en que las hembras no ovígeras presentan los valores más bajos del índice gonadosomático tras el primer máximo anual de finales de invierno, indicando la existencia de una segunda etapa de maduración ovárica.

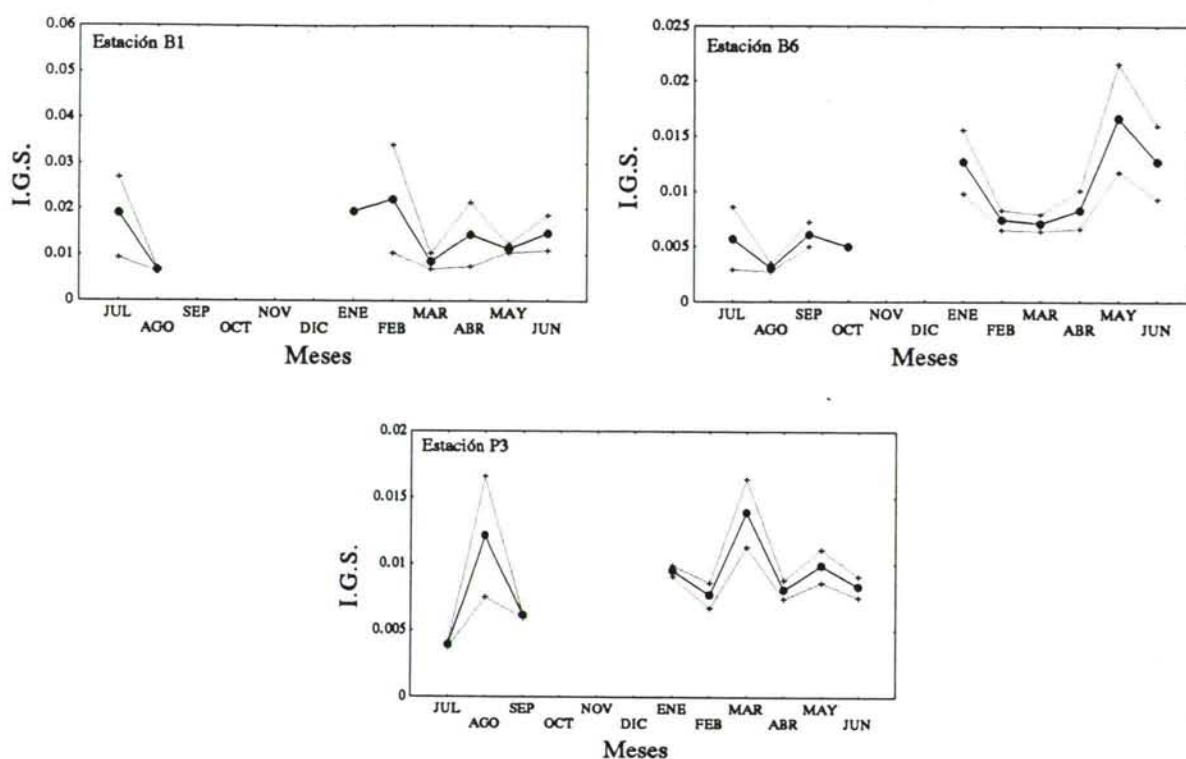


Figura 3.4.31. *Liocarcinus arcuatus*. Valores medios mensuales del Índice Gonadosomático de las hembras ovígeras en cada una de las estaciones muestreadas.

3.4.2.1.4. Análisis de la presencia de tapones de esperma

La hembra de *L. arcuatus* de menor medida capturada con tapones de esperma presentaba una anchura de caparazón de 15.4 mm siendo capturada en la estación B1 el mes de febrero.

La presencia de tapones de esperma en los diferentes meses del ciclo anual indican la existencia de dos claros periodos de cópula. Estos periodos de apareamiento tienen lugar en el otoño (octubre-noviembre) y en la primavera (abril-mayo) (Fig. 3.4.32). Las variaciones mensuales que se observan entre las distintas estaciones muestreadas son principalmente debidas al efecto del diferente número de hembras totales capturadas cada mes en las respectivas estaciones.

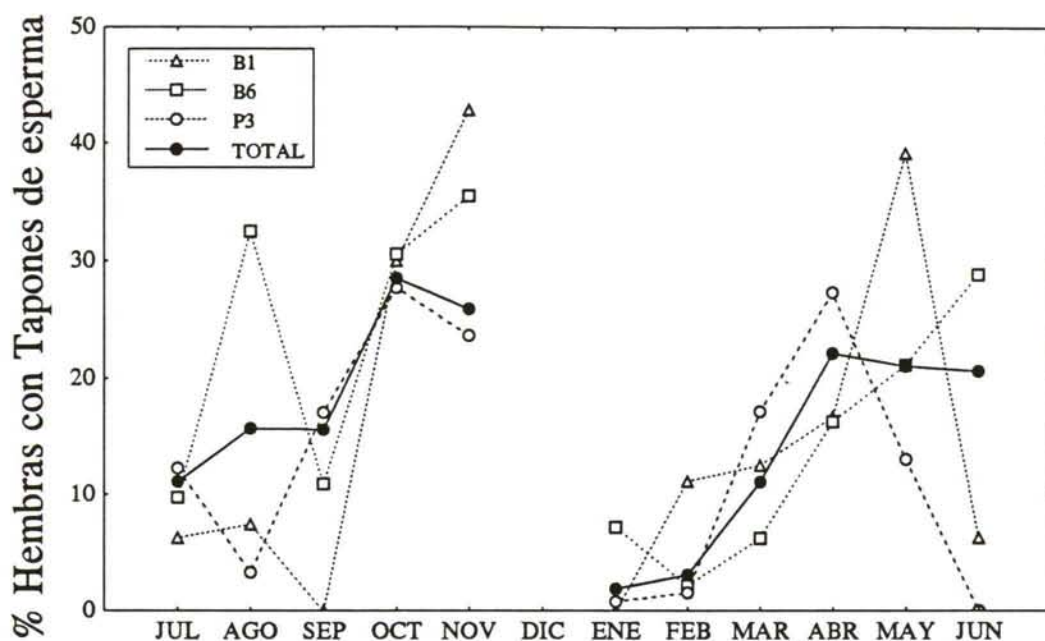


Figura 3.4.32. *Liocarcinus arcuatus*. Porcentaje mensual de hembras con tapones de esperma en cada una de las estaciones muestreadas.

Al analizar la relación existente entre la presencia de tapones de esperma en las hembras de *L. arcuatus* y los diferentes estados del ciclo de muda se aprecia que el mayor porcentaje de hembras con tapones se encuentran en los estados B (postmuda) y principalmente C (postmuda avanzada) (Tabla 3.4.16).

En la aparición de los tapones de esperma en las hembras existe una evolución gradual. El porcentaje de hembras en estado A (postmuda inicial) que presentan tapones es muy pequeño, aumentando para las hembras en estado B y fundamentalmente C (donde se producen los máximos valores de hembras con tapones de esperma superiores en general al 50%). Ya posteriormente en el estado I (intermuda) el porcentaje desciende de nuevo, lo cual indica que la reabsorción de los tapones ya ha tenido lugar. Finalmente las hembras capturadas en el estado D (premuda) no presentaron en ningún caso tapones de esperma (Tabla 3.4.16). Estos cambios graduales y continuos indican la interrelación que debe existir entre el ciclo de muda y el ciclo sexual de las hembras de *L. arcuatus*.

Tabla 3.4.16. *Liocarcinus arcuatus*. Porcentaje mensual de hembras con tapones de esperma para el total de hembras y en función del estado de intermuda en cada una de las estaciones muestreadas y para el total.

	ESTACION B1								ESTACION B6							
				ESTADOS INTERMUDA								ESTADOS INTERMUDA				
	N° Total	N° TPES	% TPES	A	B	C	I	D	N° Total	N° TPES	% TPES	A	B	C	I	D
Julio 1989	16	1	6.25	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	72	7	9.72	28.57	28.57	42.86	0.00	0.00
Agosto 1989	27	2	7.41	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	80	26	32.50	0.00	15.38	84.62	0.00	0.00
Septiembre 1989	2	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	55	6	10.91	0.00	33.33	66.67	0.00	0.00
Octubre 1989	10	3	30.00	0.00	66.67	33.33	0.00	0.00	95	29	30.53	10.34	24.14	65.52	0.00	0.00
Noviembre 1989	14	6	42.86	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	31	11	35.48	0.00	18.18	81.82	0.00	0.00
Diciembre 1889	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Enero 1990	5	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	56	4	7.14	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
Febrero 1990	18	2	11.11	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	47	1	2.13	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
Marzo 1990	8	1	12.50	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	193	12	6.22	0.00	33.33	66.67	0.00	0.00
Abril 1990	6	1	16.67	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	191	31	16.23	22.58	29.03	45.16	3.23	0.00
Mayo 1990	23	9	39.13	11.11	11.11	77.78	0.00	0.00	128	27	21.09	0.00	22.22	77.78	0.00	0.00
Junio 1990	32	2	6.25	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	118	34	28.81	5.88	20.59	73.53	0.00	0.00
Total	161	27	16.77	3.70	18.52	81.48	0.00	0.00	1066	188	17.64	7.45	23.40	68.62	0.53	0.00

	ESTACION P3								TOTAL							
				ESTADOS INTERMUDA								ESTADOS INTERMUDA				
	N° Total	N° TPES	% TPES	A	B	C	I	D	N° Total	N° TPES	% TPES	A	B	C	I	D
Julio 1989	155	19	12.26	21.05	26.32	52.63	0.00	0.00	243	27	11.11	22.22	25.93	51.85	0.00	0.00
Agosto 1989	91	3	3.30	0.00	33.33	66.67	0.00	0.00	198	31	15.66	0.00	16.13	83.87	0.00	0.00
Septiembre 1989	194	33	17.01	0.00	21.21	66.67	12.12	0.00	251	39	15.54	0.00	23.08	66.67	10.26	0.00
Octubre 1989	242	67	27.69	10.45	26.87	61.19	1.49	0.00	347	99	28.53	10.10	27.27	61.62	1.01	0.00
Noviembre 1989	233	55	23.61	1.82	18.18	78.18	1.82	0.00	278	72	25.90	1.39	16.67	80.56	1.39	0.00
Diciembre 1889	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Enero 1990	256	2	0.78	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	317	6	1.89	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
Febrero 1990	64	1	1.56	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	129	4	3.10	0.00	75.00	25.00	0.00	0.00
Marzo 1990	152	26	17.11	0.00	11.54	88.46	0.00	0.00	353	39	11.05	0.00	17.95	82.05	0.00	0.00
Abril 1990	224	61	27.23	1.64	18.03	73.77	6.56	0.00	421	93	22.09	8.60	21.51	64.52	5.38	0.00
Mayo 1990	54	7	12.96	14.29	14.29	71.43	0.00	0.00	205	43	20.98	4.65	18.60	76.74	0.00	0.00
Junio 1990	25	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	175	36	20.57	5.56	19.44	75.00	0.00	0.00
Total	1690	274	16.21	5.11	20.44	70.80	3.65	0.00	2917	489	16.76	5.93	21.47	70.35	2.25	0.00

3.4.2.2. CICLO REPRODUCTIVO DE *L. depurator*

3.4.2.2.1. Evolución temporal

Los porcentajes mensuales de los diferentes estados de desarrollo gonadal de las hembras ovígeras y no ovígeras de *L. depurator* se representan en la Tabla 3.4.17 y en la Figura 3.4.33. La hembra madura de menor tamaño fue capturada en la estación de batea B5 en el mes de marzo y presentaba una anchura de caparazón de 24.6 mm.

El bajo número mensual de hembras de *L. depurator* capturadas en la estación interna de batea B1 y en las estaciones de canal central de la ría M1 y M2 no permite analizar adecuadamente su ciclo reproductivo anual en dichas áreas de muestreo. En las tres estaciones se producen marcadas diferencias mensuales en los porcentajes de los distintos

Tabla 3.4.17. *Liocarcinus depurator*. Porcentaje de hembras ovígeras y no ovígeras en los diferentes estados de desarrollo gonadal a lo largo del ciclo anual y para cada una de las estaciones muestradas.

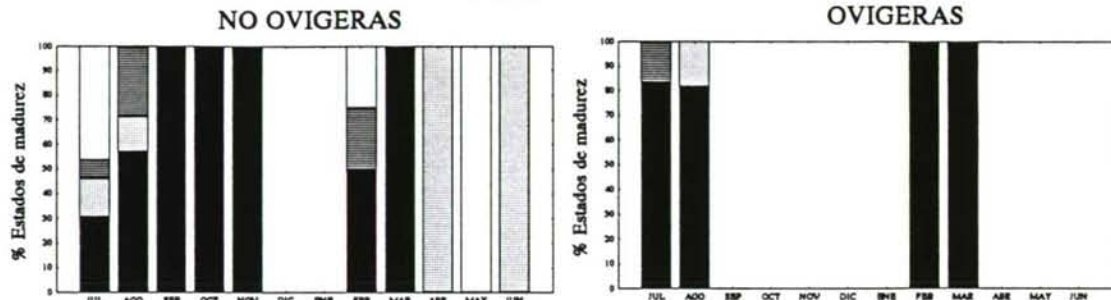
ESTACION B1										
	HEMBRAS NO OVIGERAS					HEMBRAS OVIGERAS				
	N°	I	II	III	IV	N°	I	II	III	IV
JUL	13	30.77	15.38	7.69	46.15	12	83.33	0.00	16.64	0.00
AGO	7	57.14	14.29	28.57	0.00	11	81.82	18.18	0.00	0.00
SEP	2	100.00	0.00	0.00	0.00	—	—	—	—	—
OCT	2	100.00	0.00	0.00	0.00	—	—	—	—	—
NOV	1	100.00	0.00	0.00	0.00	—	—	—	—	—
DIC	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ENE	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
FEB	4	50.00	0.00	25.00	25.00	3	100.00	0.00	0.00	0.00
MAR	2	100.00	0.00	0.00	0.00	1	100.00	0.00	0.00	0.00
ABR	1	0.00	100.00	0.00	0.00	—	—	—	—	—
MAY	1	0.00	0.00	0.00	100.00	—	—	—	—	—
JUN	1	0.00	100.00	0.00	0.00	—	—	—	—	—

ESTACION B5										
	HEMBRAS NO OVIGERAS					HEMBRAS OVIGERAS				
	N°	I	II	III	IV	N°	I	II	III	IV
JUL	48	20.83	29.17	18.75	31.25	36	36.11	30.56	8.33	25.00
AGO	26	22.22	25.00	19.44	33.34	34	47.06	32.35	11.76	8.83
SEP	36	61.11	25.00	11.11	2.78	9	88.89	0.00	11.11	0.00
OCT	96	65.63	26.04	7.29	1.04	7	71.43	28.57	0.00	0.00
NOV	82	59.76	29.26	9.76	1.22	6	33.33	33.33	33.34	0.00
DIC	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ENE	99	52.53	11.11	15.15	21.21	80	56.25	30.00	12.50	1.25
FEB	59	47.46	20.34	8.47	23.73	41	68.29	21.95	7.32	2.44
MAR	209	41.62	22.49	19.62	16.27	172	60.46	36.05	2.91	0.58
ABR	137	30.66	24.09	23.35	21.90	106	59.43	26.42	10.38	3.77
MAY	57	21.05	14.04	19.30	45.61	66	46.96	28.79	13.64	10.61
JUN	49	42.86	16.33	16.33	24.48	74	44.59	18.93	22.97	13.51

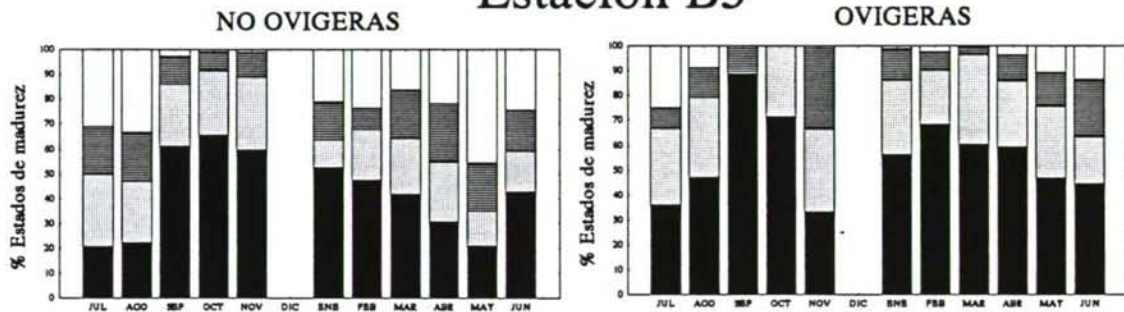
ESTACION M1										
	HEMBRAS NO OVIGERAS					HEMBRAS OVIGERAS				
	N°	I	II	III	IV	N°	I	II	III	IV
JUL	11	45.45	18.19	36.36	0.00	1	0.00	100.00	0.00	0.00
AGO	4	50.00	25.00	25.00	0.00	—	—	—	—	—
SEP	1	0.00	100.00	0.00	0.00	1	0.00	100.00	0.00	0.00
OCT	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
NOV	1	100.00	0.00	0.00	0.00	—	—	—	—	—
DIC	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ENE	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
FEB	1	100.00	0.00	0.00	0.00	—	—	—	—	—
MAR	1	100.00	0.00	0.00	0.00	—	—	—	—	—
ABR	6	50.00	0.00	16.67	33.33	—	—	—	—	—
MAY	3	33.34	66.66	0.00	0.00	2	50.00	50.00	0.00	0.00
JUN	1	0.00	100.00	0.00	0.00	2	50.00	0.00	50.00	0.00

ESTACION M2										
	HEMBRAS NO OVIGERAS					HEMBRAS OVIGERAS				
	N°	I	II	III	IV	N°	I	II	III	IV
JUL	2	0.00	0.00	50.00	50.00	4	25.00	50.00	25.00	0.00
AGO	3	33.34	33.33	0.00	33.33	5	60.00	20.00	0.00	20.00
SEP	6	50.00	16.66	16.67	16.67	3	100.00	0.00	0.00	0.00
OCT	1	0.00	100.00	0.00	0.00	—	—	—	—	—
NOV	4	75.00	0.00	25.00	0.00	—	—	—	—	—
DIC	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ENE	3	66.66	33.34	0.00	0.00	—	—	—	—	—
FEB	4	0.00	25.00	0.00	75.00	1	100.00	0.00	0.00	0.00
MAR	4	100.00	0.00	0.00	0.00	1	100.00	0.00	0.00	0.00
ABR	6	66.66	16.67	16.67	0.00	—	—	—	—	—
MAY	3	0.00	33.34	0.00	66.66	1	100.00	0.00	0.00	0.00
JUN	3	33.34	33.33	0.00	33.33	8	62.50	0.00	25.00	12.50

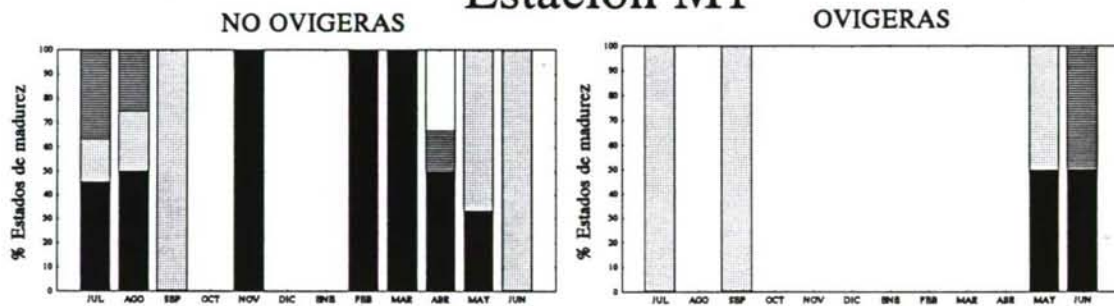
Estación B1



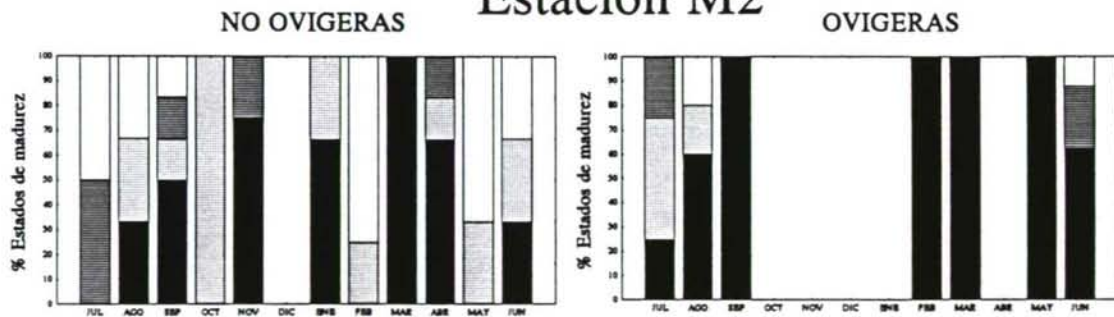
Estación B5



Estación M1



Estación M2



Estado IV
Estado III
Estado II
Estado I

Figura 3.4.33. *Liocarcinus depurator*. Representación gráfica de los porcentajes mensuales de los diferentes estados de desarrollo gonadal de las hembras ovigeras y no ovigeras para cada una de las estaciones muestreadas.

estados gonadales que son principalmente debidas al bajo número de la muestra más que diferencias propias del ciclo reproductivo femenino, por lo que no es posible establecer para B1, M1 y M2 la existencia de un patrón temporal (Tabla 3.4.17; Fig. 3.4.33).

Por este motivo el análisis temporal del ciclo reproductivo de *L. depurator* se realizó únicamente para la estación de bateas B5. En esta estación se han capturado hembras no ovígeras en los 4 estados de desarrollo ovárico en la totalidad de los meses del ciclo anual (Tabla 3.4.17), apreciándose la existencia de un marcado ciclo reproductivo femenino (Fig. 3.4.33). La maduración ovárica de la hembras comenzaría en los meses de otoño (septiembre, octubre y noviembre), periodo en el que la mayor parte de las hembras capturadas presentan sus ovarios en estado latente (estado I) con porcentajes mensuales superiores al 59% (Tabla 3.4.17).

A partir de este momento se produce la maduración del ovario aumentando progresivamente el porcentaje de hembras con los ovarios en estado II, III y IV. Este proceso transcurre durante todo el invierno y la primavera hasta mayo, mes en el que el número de hembras con gónadas en estado IV alcanza su máximo anual (45.61% de la hembras maduras). Durante todo el verano la proporción de hembras con ovarios bien desarrollados (estado IV) se mantiene elevada (Tabla 3.4.17).

En el ciclo reproductivo de las hembras de *L. depurator* capturadas en la estación B5 se observa que la presencia de hembras con sus gónadas plenamente desarrolladas y dispuestas para la puesta (estado IV) es temporalmente muy amplio (desde el mes de enero hasta agosto) por lo que se puede pensar en la existencia de dos puestas sucesivas, una primaveral (en los meses de enero a abril) y otro estival (de junio a agosto). El máximo valor de hembras con sus ovarios en estado IV obtenido en mayo puede ser debido a la superposición de ambas puestas, encontrándonos las últimas hembras que llevarían a cabo la primera puesta y las primeras hembras dispuestas a realizar su segunda puesta anual.

El hecho de que muchas de las hembras ovígeras capturadas presentan sus ovarios claramente desarrollados, principalmente en los meses de verano (Fig. 3.4.39), indica la existencia de la anteriormente citada segunda puesta en los meses estivales.

3.4.2.2.2. Variabilidad espacial

Como ya se comentó en el punto anterior existe una gran diferencia en las capturas mensuales de hembras entre la estación de bateas B5 situada más externamente y el resto de estaciones de muestreo (B1, M1 y M2) (Tabla 3.4.17). Ello enmascara cualquier posible diferencia espacial del ciclo reproductivo femenino de *L. depurator* en la Ría de Arousa, originando las importantes diferencias que se observan en los porcentajes mensuales de los diferentes estados gonadales de cada estación de muestreo (Tabla 3.4.17; Fig. 3.4.33).

3.4.2.2.3. Análisis del índice gonadosomático

A pesar de las grandes diferencias existentes en las capturas mensuales de las diferentes estaciones muestreadas, la evolución del índice gonadosomático de las hembras no ovígeras de *L. depurator* presenta una cierta coincidencia en el patrón temporal de todas ellas apreciándose un marcado ciclo de maduración gonadal (Fig. 3.4.34).

Existen dos claros periodos de desarrollo ovárico, uno de mayor importancia en la primavera y otro de menor rango en el verano. Las hembras de *L. depurator* iniciarían su maduración gonadal a finales de invierno (marzo), desarrollándose progresivamente sus gónadas durante toda la primavera alcanzando los máximos valores anuales del índice gonadosomático en los meses de abril o mayo en las distintas estaciones (Fig. 3.4.34).

Tras este máximo que daría lugar a una primera puesta, el valor del índice gonadosomático disminuye bruscamente aunque de modo temporalmente muy corto,

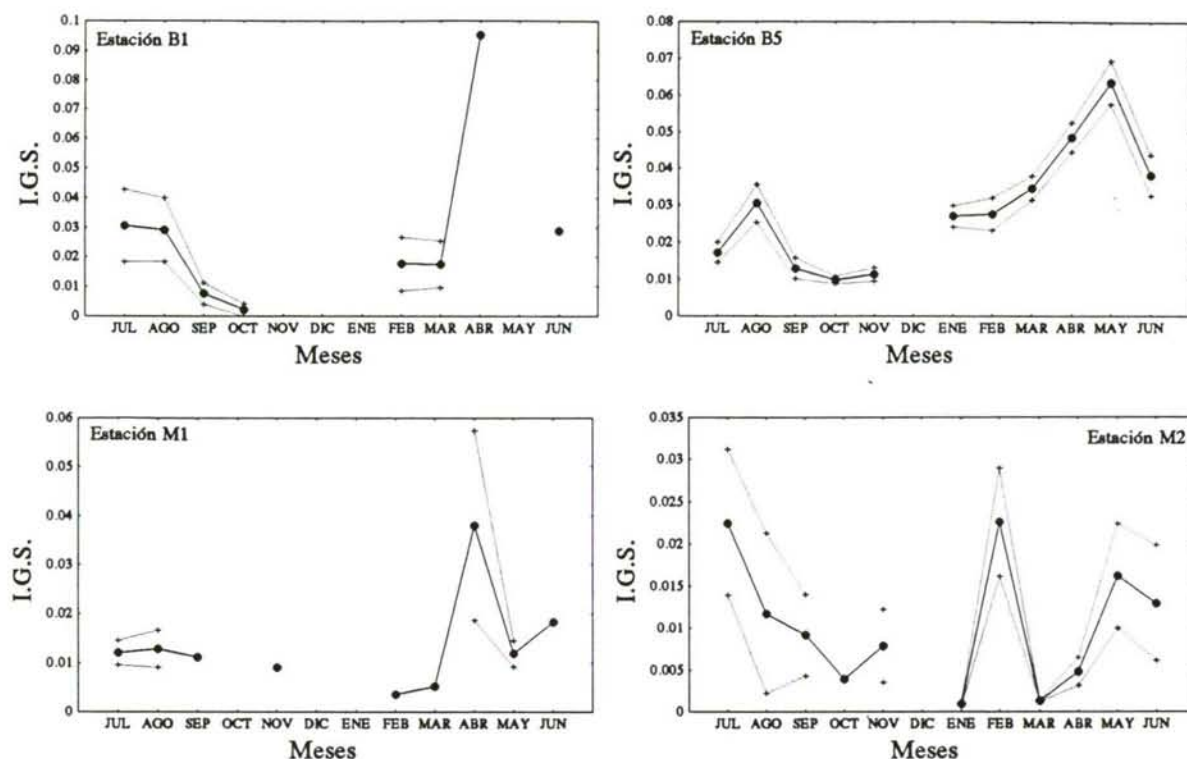


Figura 3.4.34. *Liocarcinus depurator*. Valores medios mensuales del Índice Gonadosomático de las hembras no ovígeras en cada una de las estaciones muestreadas.

iniciándose rápidamente un nuevo desarrollo gonadal. El índice gonadosomático alcanza un segundo máximo estival de menor importancia en agosto (Fig.3.4.34) que se correspondería lógicamente con una segunda puesta.

La evolución del índice gonadosomático es muy semejante en todas las estaciones muestreadas no existiendo grandes diferencias espaciales. En las estaciones de batea externa B5, de batea interna B1 y de canal central más interna M1 se observan los dos principales periodos de maduración gonadal femenina (uno primaveral y otro estival) a pesar de la gran diferencia numérica existente en las capturas mensuales de estas estaciones (Tabla 3.4.17). La estación de canal central M2 situada más externamente es la que difiere en mayor medida del resto, presentando en el mes de febrero un máximo en el valor del índice gonadosomático. El resto del ciclo anual coincide con el modelo general siendo el máximo estival de mayor importancia que el primaveral, aunque en general los valores medios

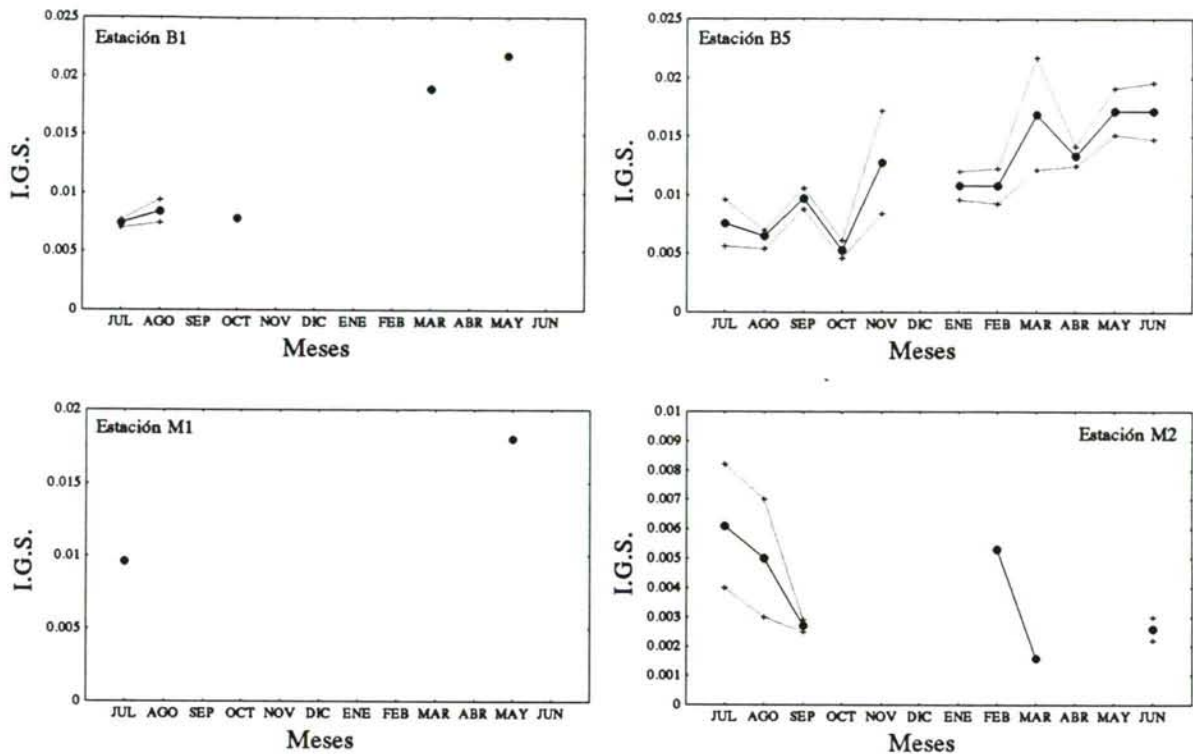


Figura 3.4.35. *Liocarcinus depurator*. Valores medios mensuales del Índice Gonadosomático de las hembras ovígeras en cada una de las estaciones muestreadas.

mensuales del índice gonadosomático obtenidos en este área de muestreo son muy bajos a lo largo de todo el ciclo anual (Fig. 3.4.34).

Debido al bajo número mensual de hembras ovígeras de *L. depurator* capturadas en las estaciones B1, M1 y M2 (Tabla 3.4.17), el análisis de su índice gonadosomático es únicamente interpretable para la estación B5 (Fig. 3.4.35). En esta área de cultivo de mejillón en batea se aprecia que los valores medios del índice gonadosomático presentan grandes variaciones mensuales, manteniéndose por debajo de los obtenidos para las hembras no ovígeras en la práctica totalidad del ciclo anual (Figs. 3.4.34 y 3.4.35).

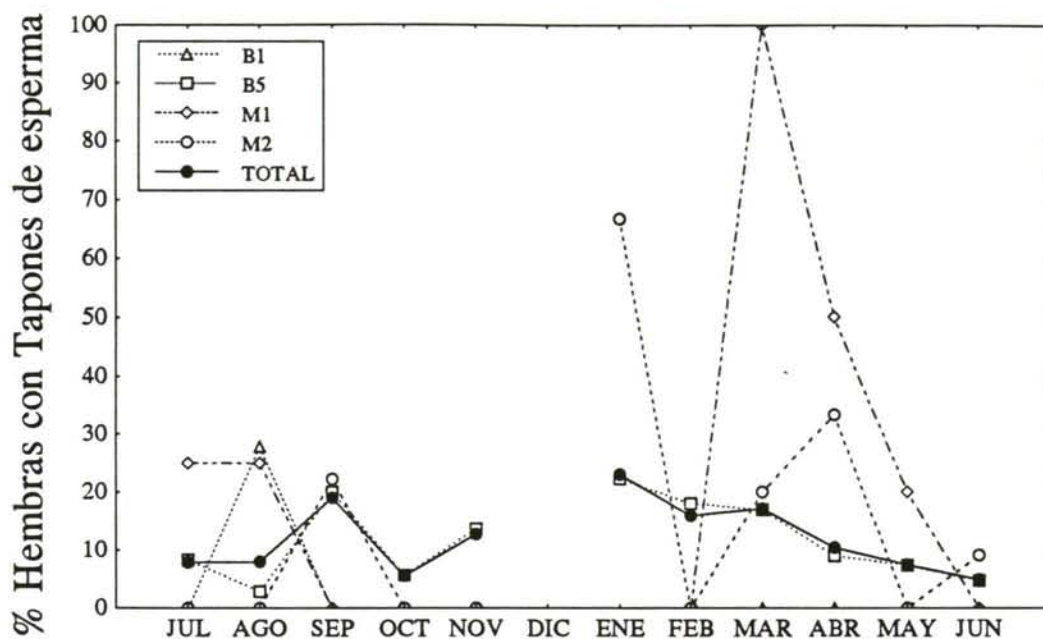


Figura 3.4.36. *Liocarcinus depurator*. Porcentaje mensual de hembras con tapones de esperma en cada una de las estaciones muestreadas.

3.4.2.2.4. Análisis de la presencia de tapones de esperma

En la Figura 3.4.36 se indican los porcentajes mensuales de hembras con tapones de esperma en sus orificios genitales, capturándose hembras con tapones de esperma en la totalidad del ciclo anual. En la estación B1 de batea se capturó en el mes de abril la hembra de *L. depurator* de menor talla con tapones de esperma, cuya anchura de caparazón fue de 25.1 mm.

Existen grandes variaciones mensuales en el porcentaje de hembras con tapones de esperma entre las distintas estaciones de muestreo (Fig. 3.4.36), debido principalmente a la diferencia existente en las capturas mensuales de hembras de *L. depurator* en cada una de ellas (Tabla 3.4.18). De nuevo por este motivo centraremos nuestro análisis únicamente en la estación de cultivo de mejillón en batea B5, bien representada numéricamente a lo largo de todo el ciclo anual.

Tabla 3.4.18. *Liocarcinus depurator*. Porcentaje mensual de hembras con tapones de esperma para el total de hembras y en función del estado de intermuda en cada una de las estaciones muestreadas y para el total.

	ESTACION B1								ESTACION B5							
	TPES			ESTADOS INTERMUDA					TPES			ESTADOS INTERMUDA				
	N° Total	N°	%	A	B	C	I	D	N° Total	N°	%	A	B	C	I	D
Julio 1989	25	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	84	7	8.33	0.00	57.14	14.29	28.57	0.00
Agosto 1989	18	5	27.78	0.00	20.00	80.00	0.00	0.00	70	2	2.86	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
Septiembre 1989	2	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	45	9	20.00	22.22	44.44	22.22	11.11	0.00
Octubre 1989	2	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	104	6	5.77	16.67	83.33	0.00	0.00	0.00
Noviembre 1989	1	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	88	12	13.64	58.33	16.67	25.00	0.00	0.00
Diciembre 1889	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Enero 1990	---	---	---	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	180	40	22.22	5.00	45.00	50.00	0.00	0.00
Febrero 1990	7	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	18	18.00	0.00	38.89	55.56	5.56	0.00
Marzo 1990	3	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	271	46	16.97	6.52	39.13	54.35	0.00	0.00
Abril 1990	1	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	245	22	8.98	4.55	40.91	54.55	0.00	0.00
Mayo 1990	1	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	123	9	7.32	0.00	33.33	66.67	0.00	0.00
Junio 1990	1	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	126	6	4.76	0.00	50.00	50.00	0.00	0.00
Total	61	5	8.20	0.00	20.00	80.00	0.00	0.00	1436	177	12.33	9.04	41.24	47.46	2.26	0.00

	ESTACION M1								ESTACION M2							
	TPES			ESTADOS INTERMUDA					TPES			ESTADOS INTERMUDA				
	N° Total	N°	%	A	B	C	I	D	N° Total	N°	%	A	B	C	I	D
Julio 1989	12	3	25.00	0.00	33.33	66.67	0.00	0.00	6	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Agosto 1989	4	1	25.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	8	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Septiembre 1989	2	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9	2	22.22	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
Octubre 1989	---	---	---	---	---	---	---	---	1	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Noviembre 1989	1	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Diciembre 1889	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Enero 1990	---	---	---	---	---	---	---	---	3	2	66.67	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
Febrero 1990	1	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Marzo 1990	1	1	*****	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	5	1	20.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
Abril 1990	6	3	50.00	0.00	33.33	66.67	0.00	0.00	6	2	33.33	0.00	50.00	50.00	0.00	0.00
Mayo 1990	5	1	20.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	4	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Junio 1990	3	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11	1	9.09	0.00	0.00	100	0.00	0.00
Total	35	9	25.71	0.00	33.33	55.56	11.11	0.00	62	8	12.90	0.00	50.00	50.00	0.00	0.00

	TOTAL							
	TPES			ESTADOS INTERMUDA				
	N° Total	N°	%	A	B	C	I	D
Julio 1989	127	10	7.87	0.00	50.00	30.00	20.00	0.00
Agosto 1989	100	8	8.00	0.00	12.50	87.50	0.00	0.00
Septiembre 1989	58	11	18.97	18.18	54.55	18.18	9.10	0.00
Octubre 1989	107	6	5.61	16.67	83.33	0.00	0.00	---
Noviembre 1989	94	12	12.77	58.33	16.67	25.00	0.00	0.00
Diciembre 1889	---	---	---	---	---	---	---	---
Enero 1990	183	42	22.95	4.76	42.86	52.38	0.00	---
Febrero 1990	113	18	15.93	0.00	38.89	55.56	5.56	0.00
Marzo 1990	280	48	17.14	6.25	39.58	52.08	2.08	0.00
Abril 1990	258	27	10.47	3.70	40.74	55.56	0.00	0.00
Mayo 1990	133	10	7.52	0.00	40.00	60.00	0.00	0.00
Junio 1990	141	7	4.96	0.00	42.86	57.14	0.00	0.00
Total	1594	199	12.48	8.04	40.70	48.74	2.51	0.00

Aunque en B5 se obtienen en todos los meses del año hembras con tapones de esperma indicando que ya han realizado la cópula, se puede establecer la existencia de un importante periodo de apareamiento durante el invierno (enero, febrero y marzo) y otro periodo de mucha menor importancia en el mes de septiembre (Fig. 3.4.36).

La Tabla 3.4.18 muestra los porcentajes mensuales de hembras con tapones de esperma en los diferentes estados del ciclo de intermuda en las distintas áreas de estudio y

para el total. La presencia de tapones de esperma está directamente asociada a los estados B (postmuda) y C (postmuda avanzada) del ciclo de intermuda aunque también se captura un número elevado de hembras con tapones en el estado de postmuda inicial (estado A) principalmente en los meses otoñales (septiembre, octubre y noviembre).

La reabsorción del tapón ocurre al mismo tiempo que el endurecimiento del caparazón, de manera que una vez el individuo ha alcanzado el estado de intermuda, el porcentaje de hembras con tapones de esperma es prácticamente nulo. El estado D (premuda) indica la proximidad del cambio del viejo caparazón por el nuevo, momento en el cual se realizaría el apareamiento lo que no sería posible si los orificios genitales femeninos estuvieran taponados, por lo que la presencia de tapones es lógicamente nula (Tabla 3.4.18).

3.4.2. CICLO DE CRIA

3.4.3.1. CICLO DE CRIA DE *L. arcuatus*

3.4.3.1.1. Evolución temporal

L. arcuatus presenta en la Ría de Arousa un ciclo de aparición de hembras ovígeras muy marcado, con ligeras diferencias entre las distintas estaciones muestreadas. En todas las estaciones se encuentran hembras grávidas en la practica totalidad del año a pesar de que en algún mes y en alguna de las estaciones el número de hembras capturadas es muy bajo (Tabla 3.4.19; Fig. 3.4.37), presentando 15.8 mm de anchura de caparazón la hembra ovígera de menor tamaño capturada (estación P3, julio).

Tabla 3.4.19. *Liocarcinus arcuatus*. Número mensual de hembras capturadas y porcentaje mensual de hembras ovígeras en las diferentes estaciones muestreadas y para el total.

	ESTACION B1		ESTACION B6		ESTACION P3		TOTAL	
	Nº	% OVIGERAS	Nº	% OVIGERAS	Nº	% OVIGERAS	Nº	% OVIGERAS
JUL	16	62.50	72	23.61	330	31.52	418	31.34
AGO	27	37.04	80	30.00	226	24.78	333	27.03
SEP	2	50.00	55	16.36	299	12.04	356	12.92
OCT	9	0.00	94	2.13	337	0.89	440	1.14
NOV	10	0.00	31	0.00	316	0.32	357	0.28
DIC	—	—	—	—	—	—	—	—
ENE	5	20.00	56	10.71	343	16.33	404	15.59
FEB	18	33.33	47	21.28	140	35.71	205	32.20
MAR	8	50.00	193	38.86	230	22.61	431	30.39
ABR	6	33.33	191	15.71	277	42.24	474	31.43
MAY	23	30.43	240	16.25	54	33.33	317	20.19
JUN	32	46.88	219	31.96	25	40.00	276	34.42

El ciclo temporal se manifiesta en la existencia de dos periodos con porcentajes máximos de hembras ovígeras (Tabla 3.4.19; Fig. 3.4.37). El primer máximo se produce en los meses de finales de invierno (febrero, marzo) e inicios de primavera (abril) con valores mensuales superiores al 30% para el total de la ría. El segundo máximo de hembras ovígeras se produce en los meses de junio y julio presentando para el total de la ría valores muy semejantes a los del primer máximo (34.42% en julio y 31.34% en junio).

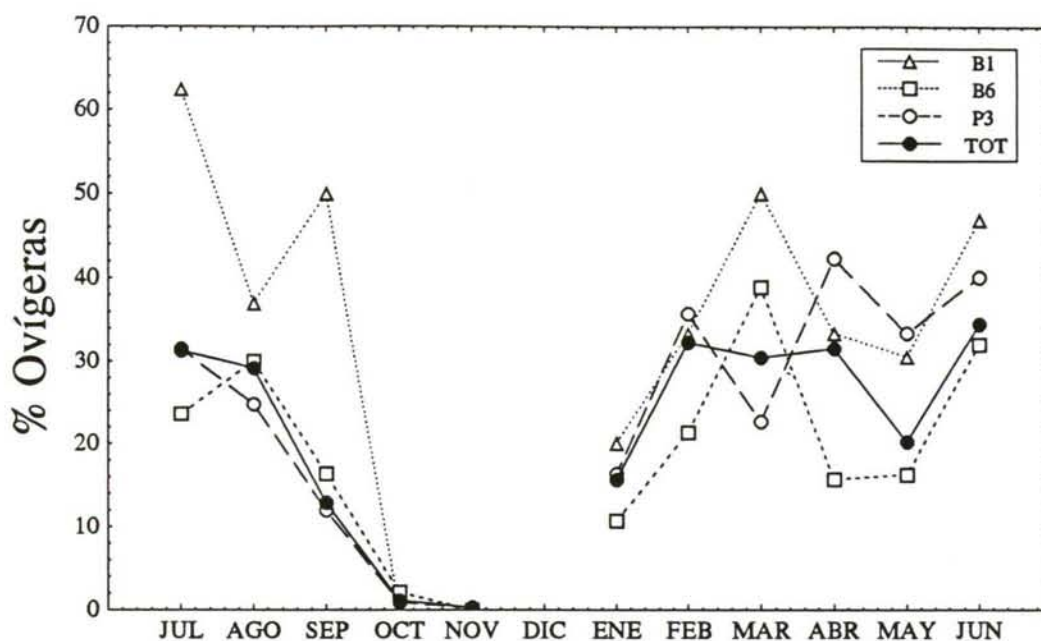


Figura 3.4.37. *Liocarcinus arcuatus*. Evolución mensual del porcentaje de hembras ovíferas en las diferentes estaciones muestreadas.

Durante el resto del verano y todo el otoño hay una fuerte tendencia a la disminución del número de hembras con huevos, que es mínimo en octubre (1.14%) y noviembre (0.28%). Al inicio del invierno el número de hembras ovíferas vuelve rápidamente a aumentar hasta alcanzar de nuevo los valores máximos observados en febrero, marzo y abril de modo que se iniciaría un nuevo ciclo anual de cría (Tabla 3.4.19; Fig. 3.4.37).

3.4.3.1.2. Variabilidad espacial

La evolución temporal seguida por el ciclo de cría de *L. arcuatus* en las diferentes estaciones de muestreo de la Ría de Arousa, presenta para todas ellas un patrón similar con ligeras diferencias debidas principalmente a la gran variabilidad existente en las capturas mensuales de hembras para cada estación (Tabla 3.4.19).

En las estaciones de cultivo de mejillón en batea B1 y B6, el máximo invernal tiene

lugar unicamente en el mes de marzo con valores de 50.00% de ovígeras (N=8) y 38.86% (N=193) respectivamente para B1 y B6. En la estación de playa P3 este primer máximo es temporalmente distinto, pues si bien en los meses de febrero y abril se obtienen altos porcentajes de ovígeras (35.71%, N=140 y 42.24%, N=277) respectivamente) en el mes de marzo el porcentaje de hembras grávidas es bastante bajo (22.61%, N=230) (Tabla 3.4.19).

Existe una gran coincidencia entre las tres estaciones en los altos valores estivales (época en que se produce el segundo máximo anual) del porcentaje de hembras con huevos (con valores superiores al 23%), existiendo en la estación B6 un ligero descenso en julio. Los altos valores en el porcentaje de hembras ovígeras que se obtienen durante este periodo en la estación interna de bateas B1, son principalmente debidas al efecto del bajo número de hembras capturadas, lo cual también explicaría el máximo observado en el mes de septiembre (N=2) en esta misma estación (Fig. 3.4.37).

A pesar de las diferencias espaciales observadas, el ciclo de cría de *L. arcuatus* en la Ría de Arousa presenta un esquema homogéneo con dos máximos claramente definidos, uno de ellos temporalmente mas prolongado desde finales de invierno hasta principios de primavera y otro máximo estival en junio y julio; y dos mínimos, el primero de ellos muy acusado desde agosto hasta febrero y el segundo menos importante en el mes de mayo y que se establece como punto de unión entre los dos máximos anuales (Tabla 3.4.19; Fig. 3.4.37).

3.4.3.1.3. Evolución del desarrollo de los huevos

En la Tabla 3.4.20 y la Figura 3.4.38 se representan los porcentajes mensuales de hembras ovígeras en cada estado de desarrollo de los huevos en cada una de las estaciones muestreadas y para el total.

Tabla 3.4.20. *Liocarcinus arcuatus*. Porcentaje de hembras ovígeras con huevos en los diferentes estados de desarrollo para cada una de las estaciones muestreadas y para el total.

	ESTACION B1					ESTACION B6				
	Nº	% OVIG.	% ESTADO HUEVOS			Nº	% OVIG.	% ESTADO HUEVOS		
			1	2	3			1	2	3
JUL	16	62.50	50.00	6.25	6.25	72	23.61	13.89	4.17	5.56
AGO	27	62.96	48.15	3.70	11.11	80	30.00	22.50	2.50	5.00
SEP	2	50.00	0.00	0.00	50.00	55	16.36	10.91	5.45	0.00
OCT	9	0.00	0.00	0.00	0.00	94	2.13	1.06	0.00	1.06
NOV	10	0.00	0.00	0.00	0.00	31	0.00	0.00	0.00	0.00
DIC	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ENE	5	20.00	20.00	0.00	0.00	56	10.71	10.71	0.00	0.00
FEB	18	33.33	33.33	0.00	0.00	47	21.28	17.02	2.13	2.13
MAR	8	50.00	37.50	0.00	12.50	193	38.86	17.62	8.81	12.44
ABR	6	33.33	33.33	0.00	0.00	191	15.71	11.52	2.09	2.09
MAY	23	30.43	17.39	4.35	8.70	240	16.25	9.17	3.75	3.33
JUN	32	46.88	37.50	3.13	6.25	219	31.96	13.70	10.50	7.76

	ESTACION P3					TOTAL				
	Nº	% OVIG.	% ESTADO HUEVOS			Nº	% OVIG.	% ESTADO HUEVOS		
			1	2	3			1	2	3
JUL	330	31.52	18.79	5.76	6.97	418	31.34	19.14	5.50	6.70
AGO	226	24.78	16.37	2.21	6.19	333	29.13	20.42	2.40	6.31
SEP	299	12.04	10.70	0.67	0.67	356	12.92	10.67	1.40	0.84
OCT	337	0.89	0.59	0.30	0.00	440	1.14	0.682	0.23	0.23
NOV	316	0.32	0.32	0.00	0.00	357	0.28	0.28	0.00	0.00
DIC	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ENE	343	16.33	12.24	2.33	1.75	404	15.59	12.13	1.98	1.49
FEB	140	35.71	31.43	1.43	2.86	205	32.20	28.29	1.46	2.44
MAR	230	22.61	11.74	3.91	6.96	431	30.39	14.85	6.03	9.51
ABR	277	42.24	27.80	6.14	8.30	474	31.43	21.31	4.43	5.70
MAY	54	33.33	22.22	3.70	7.41	317	20.19	11.99	3.79	4.42
JUN	25	40.00	28.00	8.00	4.00	276	34.42	17.75	9.42	7.25

En *L. arcuatus* la puesta (estado I) tiene lugar en un periodo temporalmente muy amplio que va desde el mes de enero (posiblemente comience ya en diciembre) hasta septiembre (Fig. 3.4.38). El porcentaje mensual de hembras con los huevos en estado I es siempre superior al de hembras con sus huevos en estado 2 o 3 (excepto en la estación B1 en septiembre) (Tabla 3.4.20), debido probablemente a que la mayor parte del desarrollo embrionario transcurre con los huevos en estado I, siendo el desarrollo del embrión en los estados II y III mucho más rapido por lo que ambos estados son temporalmente más cortos que el estado I.